

BRUNA BORBA DIAS

**Foraminíferos bentônicos das áreas rasas marginais da
Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC**

FLORIANÓPOLIS
2010

BRUNA BORBA DIAS

**Foraminíferos bentônicos das áreas rasas marginais da
Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Ecologia da Universidade
Federal de Santa Catarina
como requisito parcial à
obtenção do título de Mestre
em Ecologia.

Orientadora: Dr^a. Carla Bonetti
Co-orientadora: Dr^a. Bianca Alves Dias Martins Parizotto

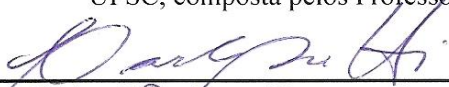
FLORIANÓPOLIS
2010

**“Foraminíferos bentônicos das áreas rasas
marginais da Lagoa da Conceição,
Florianópolis, SC.**

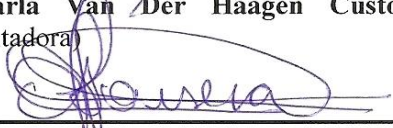
por

Bruna Borba Dias

Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (Port. 03/PPGECO/2010) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia - UFSC, composta pelos Professores Doutores:



Profa. Dra. **Carla Van Der Haagen Custodio Bonetti**
(Presidente/Orientadora)



Profa. Dra. **Alessandra Larissa D'Oliveira Fonseca** (UFSC)



Profa. Dra. **Catia Fernandes Barbosa** (Externo/UFF)

Prof. Dr. **Danilo Wilhelm Filho**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ecologia

Florianópolis, 12 de março de 2010.

Dedico este trabalho a Deus, a meus amados pais e às minhas orientadoras, Carla Bonetti e Bianca Parizotto.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, agradeço a Deus pelas bênçãos e por todas as oportunidades concedidas a mim. Agradeço também a meu espírito protetor, pelas intuições e amparo a todo o momento.

Agradeço de coração a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho:

- à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e ao Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) pelo apoio ao desenvolvimento de todo trabalho e pelo grandioso conhecimento recebido. Também pela bolsa concedida para a realização de projetos no programa de intercâmbio entre UFSC e University of Plymouth (UoP - United Kingdom).

- à equipe do Laboratório de Microbiologia do LCM da UFSC pelas análises prestadas.

- às minhas maravilhosas orientadoras Carla Bonetti e Bianca Parizotto, por todo conhecimento que vocês me passaram, pela preocupação com o trabalho desenvolvido, pela paciência e auxílio a todas minhas dificuldades.

- à equipe do LOC que me auxiliou nas coletas e análise das amostras: Bianca, Carla, Cyro, Diego e Jarbas pelo suporte e apoio técnico/logístico para realização deste. Agradeço a todos pelo apoio moral e por acreditarem em meu trabalho.

- às professoras Cátia Barbosa e Alessandra Fonseca pelas críticas e sugestões realizadas na pré-dissertação e na defesa, como forma de engrandecimento e enriquecimento científico deste trabalho; também ao professor Arno Blankenstein e à Bianca pelas correções e sugestões no projeto de pesquisa.

- a todos que de alguma forma me auxiliaram pessoalmente e cientificamente no Reino Unido: à UoP (pela bolsa e oportunidade de pesquisa) e aos professores da instituição, mas agradeço em especial: Professor Dr. Malcolm Hart, Dra. Manuela Schuwerack, Dr. Christofer Smart, Dra. Vanesa Magar e Dr. Iain Stewart pelo conhecimento e oportunidades científicas (seja com foraminíferos, modelagem oceanográfica e/ou sensoriamento remoto). Aos colegas da Argans (Dra. Samantha Lavender, Dra. Kathryn Barker e

Christopher Kent) pelo acolhimento na empresa e treinamento com sensoriamento remoto.

- aos colegas da primeira turma do PPG em Ecologia, pelo companheirismo e amizade. Em especial às colegas Aline, Áurea, Manoela, Mariana Paz, Polliana e Vanessa pelos ótimos momentos de descontração, amizade e trabalho (em especial ao curso de Ecologia de Campo com muito trabalho, mas também ótimos momentos!). Também agradeço, novamente, a Áurea, Mari, Polli e Vanessa pela companhia em alguns dos vários almoços no RU e a Aline (“Amí”) pela companhia e apoio durante todo o mestrado!

- e, por fim, às pessoas que mais amo: ao Rodrigo, meu companheiro e amigo, pelos conselhos, palavras amorosas e pela certeza da minha competência. A minha irmã pela ajuda e atenção sempre me foi preciso enquanto estive em Floripa. A meus pais pelo apoio, confiança e pela oportunidade que me deram, abnegando vários desejos para que esse sonho pudesse ser realizado. Serei eternamente grata por todas as coisas que vocês fizeram por mim! Obrigada por todo carinho, amor e dedicação a meu bem-estar e superação profissional!

“O presente é a chave do passado.”
James Hutton

“E o passado pode ser a chave para o futuro.”
Malcolm Hart

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VIII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMO	X
ABSTRACT	XI
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. DELIMITAÇÃO E JUSTIFICATIVA DA TEMÁTICA	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	7
2.1. ORGANOGRAMA DA PESQUISA	7
2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	8
2.3. PROCEDIMENTOS AMOSTRAIS.....	12
2.4. ANÁLISES DE NUTRIENTES.....	15
2.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	15
2.6. ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS	16
2.6.1. <i>Matéria Orgânica Total</i>	16
2.6.2. <i>Carbonato Biodetrítico</i>	16
2.6.3. <i>Granulometria</i>	16
2.7. ANÁLISES BIOLÓGICAS	17
2.8. PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS	20
3.2. CARACTERÍSTICAS SEDIMENTOLÓGICAS	27
3.3. DESCRITORES BENTÔNICOS	30
3.4. GRADIENTE DE DIFERENCIAÇÃO AMBIENTAL DO COMPARTIMENTO MARGINAL DA LAGOA DA CONCEIÇÃO.....	37
4. CONCLUSÃO	40
5. REFERÊNCIAS.....	41
6. APÊNDICE.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos – salinidade, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) – da coluna d'água e água de percolação, obtidos nas duas campanhas amostrais na Lagoa da Conceição, com suas respectivas médias para cada subárea. 22

Tabela 2 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis para descritores analisados. Valores de H e respectivo p obtidos entre as subáreas em cada campanha ($n= 3$), em ambas campanhas amostrais (variação espacial, $n=6$) e entre as campanhas amostrais (variação temporal, $n= 15$) na Lagoa da Conceição.. 23

Tabela 3 - Valores máximos e mínimos de nutrientes e coliformes fecais na Lagoa da Conceição, suas respectivas médias nas subáreas e valores limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357 (águas salobras classe 1) e por Aminot e Chaussepied (ambientes estuarinos). 29

Tabela 4 - Valores máximos e mínimos de descritores sedimentológicos (carbonato biodetrítico, matéria orgânica total, diâmetro médio, grau de seleção e percentual de areia fina) em cada subárea da Lagoa da Conceição e suas respectivas médias. 31

Tabela 5 - Composição de espécies e abundância relativa (%) de foraminíferos das áreas marginais da Lagoa da Conceição nas duas campanhas amostrais (Camp.I= primeira campanha; Camp.II= segunda campanha; 1,2,3= estações amostrais). 34

Tabela 6 – Coeficiente (r) de Correlação de Spearman entre descritores hidroquímicos, sedimentológicos e biológicos nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição. Valores significativos ($p<0,05$) identificados. 38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Lagoa da Conceição em Florianópolis, SC, com as indicações das subáreas amostrais deste estudo e indicação (seta) do Canal da Barra.....	8
Figura 2 - Localização das subáreas amostrais e estações de coleta das amostras nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição (escala= 15 m).	14
Figura 3 - Valores de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura das duas campanhas amostrais nas subáreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.....	24
Figura 4 - Valores de NID, ortofosfato, sílica dissolvidos ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) e coliformes fecais medidos nas duas campanhas amostrais ao longo das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição....	28
Figura 5 - Abundância das principais espécies de foraminíferos das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.....	32
Figura 6 - Densidade estimada (em 50 cm^3 de sedimento), porcentagem de malformações e biometria das testas de foraminíferos (mm) das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.....	36
Figura 7 - Diversidade de Shannon (população total) em cada área amostral nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.....	37
Figura 8 - Análise dos Componentes Principais mostrando a diferenciação das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.	39

RESUMO

Os foraminíferos têm sido amplamente utilizados como indicadores das variações ambientais recentes e pretéritas ocorridas no ambiente decorrentes de fatores abióticos. Entre suas aplicações, podem ser utilizados como bioindicadores de estresse ambiental, convindo como um modelo alternativo na caracterização e biomonitoramento de ambientes costeiros. Sendo assim, esse trabalho objetivou estudar a distribuição de foraminíferos bentônicos nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição (Florianópolis, SC) e suas respostas às diferentes características oceanográficas a que estes compartimentos lagunares estão sujeitos. Os resultados obtidos revelaram condições hidroquímicas e biossedimentológicas diferenciadas entre as áreas amostrais e também entre as campanhas de coleta. Estas últimas conseqüentes, sobretudo, das fortes chuvas ocorridas em novembro de 2008 em Santa Catarina. Observou-se maiores teores de nitrato e fosfato na campanha realizada logo após o término da temporada de verão, assim como também altas concentrações de coliformes fecais, sugerindo maior influência dos esgotos domésticos. Nos sedimentos predominaram a classe areia fina e baixos teores de matéria orgânica total (inferiores a 2%). As espécies dominantes na área de estudo foram *Criboelphidium excavatum*, *Ammonia tepida* e *Ammotium salsum*. Testes estatísticos aplicados sobre a matriz abiótica e sobre os descritores ecológicos inferiram condições diferenciadas na área 2-Centrinho da Lagoa e na área 3- Araçás. No primeiro caso, foram observadas algumas respostas negativas nos descritores ecológicos (baixa densidade de indivíduos e maior percentual de indivíduos malformados e sedimento fino), sugerindo condições de maior estresse ambiental conseqüentes do maior confinamento e do adensamento urbano. Já na segunda área, também urbanizada, mas sob maior influência das águas marinhas, as respostas foram positivas (teores ligeiramente maiores de matéria orgânica total levaram a alta densidade de indivíduos). Acredita-se que neste setor o aporte orgânico atua como um fator favorável ao estabelecimento de populações bentônicas.

Palavras-chave: bioindicadores, foraminíferos, Lagoa da Conceição.

ABSTRACT

The foraminifera have been widely used as recent and previous environmental changes indicator caused by abiotic factors. One of these applications is as bioindicators of organic enrichment, befitting an alternative model in coastal environments characterization and biomonitoring. Therefore, this study investigated the benthic foraminifera distribution in the shallow marginal areas of Lagoa da Conceição (Florianópolis, SC) and the lagoon responses to different oceanographic features. The results revealed differentiated biosedimentological and hydrochemical conditions between sampling areas and campaigns. The latter resulting mainly from heavy rainfall occurred in November 2008 in Santa Catarina. Higher levels of nitrate and phosphate at the campaign right after the end of the summer season was observed, as well as high concentrations of fecal coliform suggesting influence of domestic waste. The dominant sediment class was fine sand and low levels of total organic matter (less than 2%) were observed. In this study the dominant species were *Cribrorbulina excavatum*, *Ammonia tepida* and *Ammotium salsum*. Statistical tests on the abiotic matrix and on ecological descriptors inferred different conditions in the areas 2-Centrinho da Lagoa and 3-Araçás. In first case, negative responses (low density, high anomalies and high thin sand), were observed in ecological descriptors, suggesting conditions of environmental stress caused by confinement and urban density. In the second area – also urbanized but under marine waters influence – the responses were positive (high density and superior TOM). It is believed that the organic contribution in this sector acts as a favorable factor for the benthic assemblages establishment.

Key words: bioindicator, foraminifera, Lagoa da Conceição.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Delimitação e Justificativa da Temática

O sistema lagunar funciona dentro de uma matriz biótico-ambiental complexa e vulnerável ao impacto humano, sendo passível de desequilíbrio em função de alterações no aporte de nutrientes e de matéria orgânica (Sierra de Ledo, 1990). Em áreas submetidas às intervenções humanas, as águas estão sujeitas a diversos impactos, sendo aquelas do sistema lântico mais susceptíveis à carga de substâncias potencialmente poluidoras oriundas de fontes urbanas (Martini *et al.*, 2006).

O lançamento de esgoto *in natura* pode ocasionar alterações químicas no ambiente costeiro devido à entrada de matéria orgânica e de nutrientes como nitrogênio, fósforo e carbono. Esse processo de enriquecimento orgânico gera um aumento nos níveis de produção primária (Fonseca, 2006), podendo beneficiar as comunidades aquáticas com um possível aumento da densidade e diversidade. Entretanto, quando esse enriquecimento orgânico excede o limite da capacidade de suporte do meio, ocorre a proliferação de produtores primários, que por sua vez diminuem os teores de oxigênio dissolvido e alteram a distribuição das comunidades (Taouil e Yoneshigue-Valentin, 2002), caracterizando então um processo de eutrofização. Além de propiciar a entrada de matéria orgânica e nutrientes no sistema lagunar, o lançamento de esgoto doméstico propicia o aumento da contaminação bacteriana das águas, comprometendo a balneabilidade, a prática de esportes e a disponibilidade dos recursos pesqueiros.

Outra característica dos ambientes parálidos é a alta instabilidade devido à rápida mudança dos parâmetros físico-químicos, causados entre outros pelo incremento de poluentes orgânicos e inorgânicos no sistema (Carboni *et al.*, 2009).

Em ambientes marinhos costeiros, os impactos antropogênicos são avaliados por comparações a ecossistemas com e sem áreas impactadas. Entretanto, praticamente não existem mais áreas costeiras totalmente livres de quaisquer influências da atividade humana. Assim, o melhor método para provar os efeitos antropogênicos locais seria a reconstrução da evolução das condições do mesmo ambiente no contexto

histórico de curta ou longa duração. As características hidroquímicas podem indicar o impacto antrópico atual, mas somente alguns descritores geoquímicos e os organismos que possuem “partes duras” passíveis de preservação – como moluscos, ostracodas, diatomáceas e foraminíferos – podem provar com perspicácia as variações ocorridas no ecossistema (Debenay e Fernandez, 2009).

Neste sentido, os foraminíferos foram empregados neste trabalho como auxílio à compreensão dos processos costeiros e antropogênicos que ocorrem no principal ponto turístico da Ilha de Santa Catarina, a Lagoa da Conceição. Estudos relacionados a parâmetros físicos, químicos, sedimentológicos e biológicos vêm sendo realizados no local como descreve Lisboa *et al.* (2008), incluindo estudos preliminares de caracterização da comunidade de foraminíferos realizados por Debenay *et al.* (1997, 1998) e Bonetti *et al.* 1998. Esses autores encontraram dois compartimentos bentônicos bem distintos no local: (1) áreas rasas marginais, constituídas por sedimentos arenosos, baixos teores orgânicos, bem oxigenados e predomínio de espécies aglutinantes e (2) áreas mais profundas, caracterizadas pelo domínio das lamas, altos teores orgânicos, hipoxia e predomínio de espécies calcárias.

Este trabalho vem dar continuidade a temática, buscando contribuir para um melhor conhecimento da ecologia e padrão de distribuição espacial das espécies de foraminíferos lagunares, assim como avaliar sob a ótica das respostas destas populações quais dentre os setores rasos marginais estudados encontram-se sob maior estresse ambiental.

Esta última abordagem se justifica pela crescente preocupação com a evolução do quadro de degradação ambiental observado no entorno da Lagoa da Conceição, decorrente, sobretudo da expansão urbana e dos múltiplos e conflitantes usos a que este sistema se serve. A pergunta norteadora desta pesquisa é se a atual entrada de constituintes orgânicos no sistema, que se dá, sobretudo por meio dos aportes marginais, tem sido suficientemente elevada para se sobrepor à dinâmica lagunar e induzir padrões ecológicos diferenciados nas populações bentônicas de áreas sedimentologicamente comparáveis.

1.2. Objetivos

Esse trabalho tem como objetivo estudar a distribuição de foraminíferos bentônicos, buscando avaliar a sensibilidade da comunidade às características hidroquímicas e sedimentológicas das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

Como objetivos específicos, procurou-se:

- Analisar e comparar as características hidroquímicas e sedimentológicas das subáreas amostrais buscando identificar padrões espaciais distintos induzidos por diferentes condições oceanográficas;
- Avaliar a influência do aporte orgânico no sistema, por meio da determinação dos teores de nutrientes e matéria orgânica total na coluna d'água e nos sedimentos;
- Associar a distribuição espacial das espécies dominantes de foraminíferos e a variabilidade dos descritores ecológicos às condições indicadoras de enriquecimento orgânico ou estresse ambiental.

1.3. Fundamentação Teórica

Todas as espécies interagem com o meio em que vivem, reagindo de acordo com as mudanças ambientais. Devido a essa interação, as comunidades biológicas podem fornecer informações acumuladas ao longo de seu ciclo de vida a respeito de alterações ambientais sofridas pelo meio. A partir dessa característica, os bioindicadores são amplamente utilizados na análise da qualidade ambiental.

Machain-Castillo e Ruiz-Fernández (2006) citam que os indicadores biológicos podem apontar a qualidade do ecossistema, podendo relacionar-se com características físicas de qualidade da água, de sedimento, fatores antrópicos, entre outros aspectos. Os autores também citam que para ser considerado um bom indicador, este deve possuir características peculiares, como facilidade de identificação e sensibilidade às variações ambientais. Segundo Boltovskoy (1965), além dos indicadores marinhos permitirem diferenciar massas d'água, eles também podem indicar características fisiográficas (mares internos, periféricos, entre outros), detalhes do regime hidrológico (como por exemplo, temperatura e salinidade), movimento de águas e transporte de sedimentos.

Determinados organismos pertencentes à microfauna bentônica dos ecossistemas costeiros, entre eles os foraminíferos, têm sido amplamente utilizados na verificação de alterações ambientais antrópicas. Os foraminíferos são protozoários, geralmente microscópicos, que vivem nos ambientes marinhos e de transição. Possuem o hábito exclusivamente bentônico em ambientes estuarinos e participam ativamente da ciclagem do material orgânico. São organismos com uma grande sensibilidade ambiental, o que os tornam excelentes indicadores (Rodrigues *et al.*, 2003; Semensatto Jr. e Dias-Brito, 2003; Vilela *et al.*, 2003; Vilela *et al.*, 2004; Fritzen, 2007).

De acordo com Duleba *et al.* (2005) e Boltovskoy (1965), características como grande variabilidade morfológica, ampla distribuição e a abundância de espécies, facilidade de coleta e armazenamento das amostras, além das análises de baixo custo, tornam os foraminíferos bons indicadores ambientais.

Machain-Castillo & Ruiz-Fernández (2006) citam também outras características importantes destes bioindicadores, como:

- **especificidade ambiental:** várias espécies de foraminíferos possuem uma estreita faixa de tolerância a parâmetros ambientais;
- **ampla distribuição:** estão distribuídos em todos ambientes aquáticos marinhos, com várias espécies cosmopolitas;
- **tamanho pequeno:** pequenas amostras podem conter grandes quantidades de organismos, tornando as amostras de populações estatisticamente representativas;
- **preservação no sedimento:** suas resistentes testas (carapaças) mantêm-se preservadas mesmo após a morte dos organismos, permitindo o registro das características quais habitavam;
- **rápido crescimento e ciclos reprodutivos curtos:** os foraminíferos possuem a capacidade de alternar entre as reproduções sexuais e assexuais, possuindo ciclos de vida com duração de alguns meses a um ano. Seu rápido crescimento e ciclo de vida curto garantem uma resposta rápida às modificações ambientais e a preservação das mesmas no sedimento.

A reconhecida sensibilidade dos foraminíferos às condições ambientais sugere que estes organismos forneçam subsídios para examinar alterações ambientais recentes em áreas costeiras. Essas alterações podem ocorrer em decorrência de fatores abióticos, que influenciam as populações dos foraminíferos, delimitando e controlando a distribuição e composição das associações de espécies, assim como afetam as taxas de reprodução e mortalidade dos indivíduos. Entre os fatores abióticos que melhor explicam a distribuição das associações de espécies deste grupo encontram-se: salinidade, pH, temperatura, substrato, diferentes teores de matéria orgânica, carbono orgânico total, oxigênio dissolvido, metais pesados, entre outros (Debenay *et al.*, 1996; Bonetti, 2000; Debenay *et al.*, 2001; Pereira *et al.*, 2002; Rodrigues *et al.*, 2003; Vilela *et al.*, 2003; Châtelet *et al.*, 2004; Vilela *et al.*, 2004; Bonetti *et al.*, 2006; Murray, 2006; Albani *et al.*, 2007; Fritzen, 2007; Rudorff, 2008; Mojtahid *et al.*, 2008).

Vários dos autores acima citados obtiveram resultados expressivos estudando estes organismos como bioindicadores, onde as espécies podem responder diferentemente às variações ambientais. Determinadas espécies correlacionaram-se positivamente com altos teores de carbono orgânico e baixos teores de oxigênio. Essa característica ambiental é comumente observada em áreas impactadas por poluentes domésticos, onde estudos dos níveis de matéria orgânica podem fornecer subsídios para análise do material de natureza antropogênica (Pereira *et al.*, 2002).

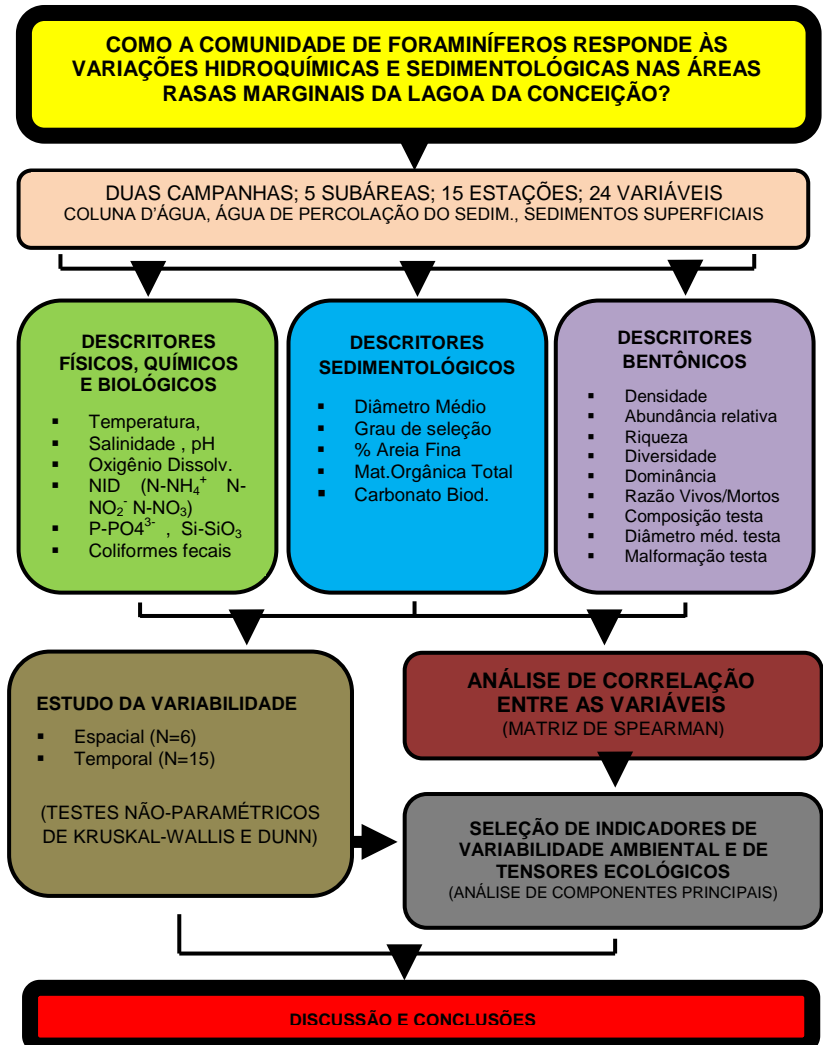
Fritzen (2007), observando foraminíferos e tecamebas no sistema estuarino-lagunar do Rio Itapocu (SC), verificou que os gêneros dominantes *Criboelphidium*, *Ammotium* e *Ammonia* distribuem-se de acordo com os valores de carbonato total e carbono orgânico no sedimento. Vilela *et al.* (2003) afirmam que espécies oportunistas (tais como *Ammonia tepida*, *Buliminella elegantissima* e *Quinqueloculina seminulum*), são dominantes em regiões de estresse ambiental causado pela poluição. Entretanto, outras espécies menos tolerantes podem correlacionar-se com baixas concentrações de matéria orgânica, podendo ser consideradas sensíveis ao enriquecimento (Bonetti, 2000; Bonetti *et al.*, 2006).

Devido às características anteriormente citadas, os foraminíferos podem ser amplamente utilizados como bioindicadores de enriquecimento orgânico e estresse ambiental, convindo como um modelo alternativo na caracterização e biomonitoramento de ambientes costeiros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Organograma da Pesquisa

Para que os objetivos fossem alcançados, as etapas de pesquisa adotadas neste trabalho seguiram o presente organograma:



2.2. Caracterização da Área de Estudo

A Lagoa da Conceição localiza-se na costa centro-leste da Ilha de Santa Catarina, entre 27°34' S e 48°27' W (Figura 1). Com um formato alongado, é caracterizada como uma laguna estrangulada ou semi-fechada, possuindo uma área de 19,2 km² e um volume estimado de 40.10⁶ m³ (Knoppers *et al.*, 1984). Seu eixo de maior comprimento chega a 13,5 km no sentido Norte-Sul (Muehe e Caruso Gomes Jr., 1989). Sua profundidade é variável, apresentando uma desigualdade entre as margens opostas – encostas íngremes na margem Oeste e depósitos sedimentares na margem Leste. As maiores profundidades são associadas ao Complexo Cristalino (Muehe e Caruso Gomes Jr., 1989). Possui um canal de ligação com o mar aberto – chamado de Canal da Barra, com desembocadura fixada no ano de 1982. Sua profundidade máxima é de 2,5 m e ele estende-se por cerca de 2 km de distância (Sierra de Ledo e Soriano-Sierra, 1999b).

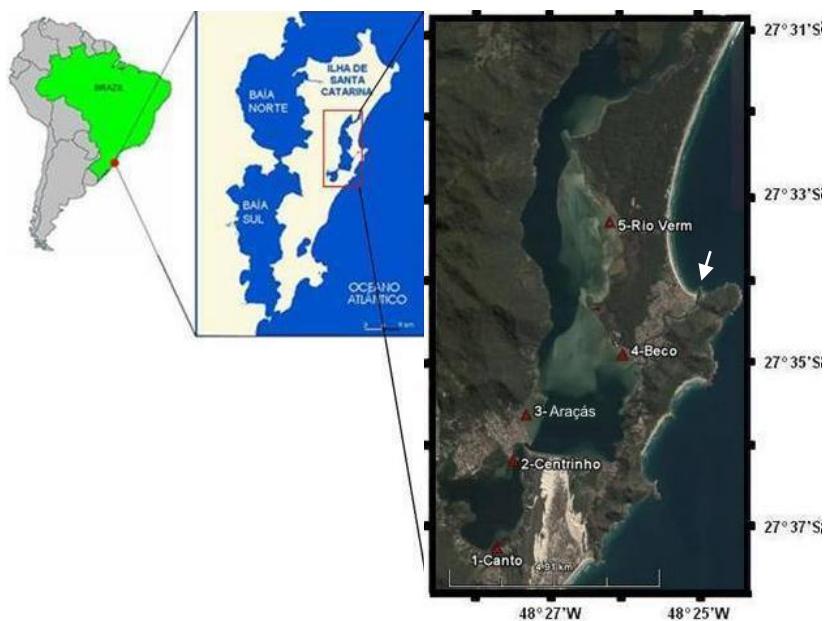


Figura 1 - Localização da Lagoa da Conceição em Florianópolis, SC, com as indicações das subáreas amostrais deste estudo e indicação (seta) do Canal da Barra.

Conceitualmente, a Lagoa da Conceição trata-se de uma laguna por estar disposta paralelamente a linha de costa, separada do oceano por uma barreira e possuir uma ligação de fluxo e refluxo com o mar (Kjerfve, 1994). Tomando como base, sobretudo as características fisiográficas, alguns autores têm adotado uma proposta de compartimentação deste corpo lagunar em três subsistemas: Norte, Central e Sul (Knoppers et al. 1984; Branco e Masunari, 1992; Fonseca *et al.* 2002).

O subsistema Norte, por desaguar os maiores contribuintes de águas doces e também o distanciamento ao Canal da Barra, possui uma salinidade mais baixa e variável (Barbosa, 2003). A profundidade apresenta diferenças acentuadas: margem leste mais rasa (com profundidades inferiores a 0,5 m) devido a processos de deposição ao longo do cordão e esporão arenosos e margem oeste mais profunda (em torno de 5 m) junto às encostas altas e íngremes, com fundo lamoso. Na metade superior desta porção são encontradas as maiores profundidades do corpo lagunar, devido à presença de um canal próximo à margem do Cristalino que atinge a profundidade máxima de 8,8 m. Essa porção apresenta baixos teores de fosfato e nitrito, mas também mostra maior concentração de oxigênio dissolvido e nitrato (Barbosa, 2003), o que indica uma área com oxidação de nitrito a nitrato mais efetiva (Muehe e Caruso Gomes Jr., 1989; Souza-Sierra *et al.*, 1987). Entretanto, Fonseca *et al.* (2002) indicam que este subsistema apresenta concentrações de amônia de 3,4 a 11,0 μM , silicato de 3,4 a 20,8 μM , fosfato de 0,05 a 0,56 μM e nitrato de 2,66 a 9,39 μM . A clorofila também tem concentração intermediária em relação às outras porções, apresentando uma amplitude de 0,4 e 7,2 mg.m^{-3} (Fonseca *et al.*, 2002).

O subsistema Central, mesmo recebendo afluentes do Canto dos Araçás a Oeste e dos canais de drenagem pluvial do morro da Praia Mole ao Leste, é caracterizado por águas mais salgadas – devido à presença do Canal da Barra à Leste – e transparência e temperaturas intermediárias (Barbosa, 2003). Possui margens rochosas tanto do lado leste como oeste, o que favorece a ocorrência de áreas mais profundas. Entretanto, áreas rasas também são observadas nesta porção, sendo uma continuidade dos bancos de areia da margem leste da porção Norte. É caracterizado também pelo menor pH, oxigênio

dissolvido e teor de silicato, além de apresentar concentrações maiores de nitrito (Souza-Sierra *et al.*, 1987), resultado este não encontrado por Fonseca *et al.* (2002). Este subsistema apresenta as maiores concentrações de clorofila, variando de 0,6 a 15,7 mg.m⁻³ (Fonseca *et al.*, 2002). Martini *et al.* (2006) também estimaram para essa porção os maiores teores de clorofila a partir de uma equação de regressão derivada de dados do satélite Landsat TM5.

No subsistema Sul deságuam pequenos riachos, muitos deles comprometidos pela poluição doméstica, como é o caso do riacho da Igreja Nossa Senhora da Conceição, além de afloramentos e águas subterrâneas das dunas da Joaquina. A água marinha tem sua entrada limitada nesta porção, devido à presença de um estrangulamento sob a ponte da Avenida das Rendeiras, tornando os níveis de salinidade mais baixos, além de possuir águas com maior turbidez, maiores temperaturas e com pH mais básico (Souza-Sierra *et al.*, 1987; Barbosa, 2003). Possui profundidades menores, devido à presença de esporões na margem noroeste, que formam bancos de areia de até 0,5 m de profundidade; nas áreas mais centrais, a profundidade pode chegar a mais de 5 m (Muehe e Caruso Gomes Jr., 1989). Fonseca *et al.* (2002) descreve teores de silicato de 1,9 a 16,4 µM, nitrato de 3,13 a 9,39 µM e nitrito de 0,19 a 0,55 µM nessa porção, entretanto, baixos teores de clorofila, que variaram de 0,8 a 4,5 mg.m⁻³. Souza-Sierra *et al.* (1987) afirmam que as concentrações de fosfato e silicato aumentam após eventos pluviométricos, em consequência à lixiviação de efluentes domésticos provenientes da bacia hidrográfica.

A variação das marés no interior do sistema lagunar é de no máximo 0,2 m. Os ventos predominantes na região são do Quadrante Norte, porém, os de maior intensidade são do Quadrante Sul (Muehe e Caruso Gomes Jr., 1989).

A circulação e renovação das águas na Lagoa são condicionadas, sobretudo pelo regime dos ventos – a entrada de água do mar é favorecida em condições de vento do Quadrante Sul, enquanto o escoamento por ventos do Quadrante Norte. Já no Canal da Barra o fluxo é condicionado pelas variações do ciclo da maré (Odebrecht e Caruso Gomes Jr., 1987 *apud* Sierra Ledo, 1990; Soriano-Sierra, 1990; Sierra de Ledo e Soriano-Sierra, 1999a).

O sedimento lagunar é predominantemente arenoso nas áreas rasas e lamoso nas partes mais centrais e profundas, ocorrendo ainda mistura de areias e lamas nas profundidades intermediárias do corpo lagunar (Gré e Horn Filho, 1999).

A laguna é margeada por cinco Unidades de Conservação – Parque do Rio Vermelho, Maciço da Costeira, Parque das Dunas, Galheta e Área de Preservação Cultural da Costa. Estão presentes também áreas de pastagens, zonas agrícolas, reflorestamentos e áreas urbanizadas. Apesar da presença significativa das áreas verdes, nas últimas décadas houve um aumento no número de habitantes fixos e da estrutura turística ao redor da Lagoa, fatores geradores de fortes tensões ambientais (Barbosa, 2003; Fonseca *et al.*, 2002).

No entorno da Lagoa da Conceição são encontradas as seguintes comunidades distritais: Barra da Lagoa, Canto da Lagoa, Canto dos Araçás, Costa da Lagoa, Porto da Lagoa, Retiro da Lagoa e Rio Vermelho. Todas estas contribuem com atividades impactantes para as águas da Lagoa, através do uso do solo, lançamento de rejeitos, esgotos “in natura”, uso náutico, entre outros (Barbosa, 2003).

A crescente urbanização ao redor da Lagoa da Conceição e o aumento do turismo local têm levado, nas últimas décadas, às alterações no aporte de nutrientes e matéria orgânica para o sistema (Fonseca *et al.*, 2002) submetendo-o ao risco de enriquecimento orgânico. Esse processo quando estabelecido, pode tornar suas águas inadequadas às atividades de pesca, lazer e turismo, ocasionando sérios reflexos na economia local (Martini *et al.*, 2006). Sendo um ambiente semifechado, o lançamento de dejetos urbanos sem ou com tratamento inadequado, tende a ocasionar desequilíbrios na qualidade da água e na funcionalidade do ecossistema (Martini *et al.*, 2006). Rudorff *et al.* (2005), analisando o subsistema sul da Lagoa da Conceição, puderam observar uma forte influência antrópica em uma área com menor circulação, onde os níveis de matéria orgânica total nos sedimentos chegaram a 40%, sugerindo que essas áreas encontram-se mais susceptíveis aos processos antrópicos de enriquecimento.

Os ambientes rasos (ou bancos de areia, como são localmente denominados) diferenciam-se dos ambientes profundos da Lagoa pela composição sedimentológica (Gré e Horn Filho, 1999) e pelas comunidades bentônicas, entre outros.

As áreas mais profundas possuem sedimentos lamosos e menos oxigenados, fator limitante ao desenvolvimento de determinadas espécies. Estudo realizado anteriormente por Debenay *et al.* (1998) constatou essa diferenciação na distribuição de espécies de foraminíferos na Lagoa em resposta a profundidade, observando duas associações distintas.

2.3. Procedimentos amostrais

Para o presente estudo, foram realizadas duas campanhas amostrais nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição, nos dias 27/11/2008 (primeira campanha amostral) e 11/03/2009 (segunda campanha amostral).

A malha amostral foi definida abrangendo cinco subáreas, todas elas localizadas em profundidades inferiores a 2 m e sob domínio de sedimentos arenosos. Elas buscam representar diferentes condições da dinâmica lagunar e da diferenciação da ocupação antrópica. Encontram-se assim distribuídas (Figura 2):

1-Canto da Lagoa: localizada no extremo sul do corpo lagunar, com restrita circulação de águas marinhas, próxima ao aporte de drenagem pluvial e alta densidade de macrofitobentos;

2-Centrinho: localizada também no subsistema Sul e, portanto, sujeita a moderado confinamento marinho. Sua orientação para o quadrante Sul, no entanto, favorece uma maior hidrodinâmica local, ocorrendo ressuspensão dos sedimentos de fundo durante episódios de entrada de frentes frias. É o local mais densamente urbanizado e também mais afetado pelos efluentes domésticos;

3-Araçás: localizada no subsistema Central e sujeita à maior hidrodinâmica, como consequência das ondas geradas pelos ventos do quadrante Norte (mais constantes na região). Também tem suas margens densamente urbanizadas e sofre a influência de drenagem continental;

4-Beco dos Coroas: é a subárea mais próxima do canal de comunicação das águas lagunares com as águas marinhas e não possui em suas imediações nenhum aporte continental, sendo, portanto, o local sob menor confinamento marinho. Assim como no caso do Centrinho, também está sujeita a forte hidrodinâmica induzida pela ação das ondas geradas pelos ventos do

quadrante Sul. Embora suas margens sejam urbanizadas, a densidade da ocupação é menor que nas áreas descritas acima; 5-Rio Vermelho: localizada no subsistema Norte e a menos afetada pela ação das ondas geradas pelos ventos de ambos os quadrantes. Encontra-se sujeita a maior influência de aporte fluvial e é a única que não possui suas margens ocupadas. A vegetação do entorno é composta predominantemente por *Pinus elliottii*.

Em cada uma dessas áreas rasas foram posicionadas três estações equidistantes em 10 m e dispostas de maneira triangular. Os pontos foram localizados com auxílio de GPS de navegação *Garmin*[®] modelo GPSMAP 76S. Em cada estação foram coletadas amostras de sedimento (para as análises sedimentológicas e dos constituintes bentônicos) e duas amostras de água (uma na coluna d'água – entre 10 e 20 cm de profundidade – e uma amostra da água de percolação do sedimento). Estas amostras foram subdivididas em três frações destinadas, respectivamente, às análises físico-químicas, de nutrientes e microbiológicas. Para cada variável hidroquímica analisada foram obtidas um total de 60 amostras (seis amostras em cada uma das cinco subáreas, em duas campanhas amostrais distintas).

Os sedimentos foram coletados utilizando o próprio frasco de armazenamento (com o volume de 100mL) para coleta dos primeiros centímetros superficiais. A água de percolação foi obtida com auxílio de um cano de PVC (com tampa) de 150 mm de diâmetro e 1 m de altura. O cano tampado era submerso e enterrado no sedimento até uma profundidade de 10 cm; em seguida, a tampa era retirada e a água do sedimento emergia gradativamente, possibilitando assim a sua coleta por meio de pipeta volumétrica.

As variáveis físico-químicas (salinidade, temperatura, pH, oxigênio dissolvido) foram determinadas diretamente em campo, utilizando sonda multi-parâmetro YSI-556MPS (com limite de detecção de 0,01). A calibração da sonda para detecções de pH foi realizada sempre no final do dia anterior a coleta, sendo os sensores calibrados com soluções padrão pH 4,0, 7,0 e 10,0. Já a calibração do sensor de oxigênio dissolvido foi realizada de acordo com a pressão atmosférica no dia da coleta.

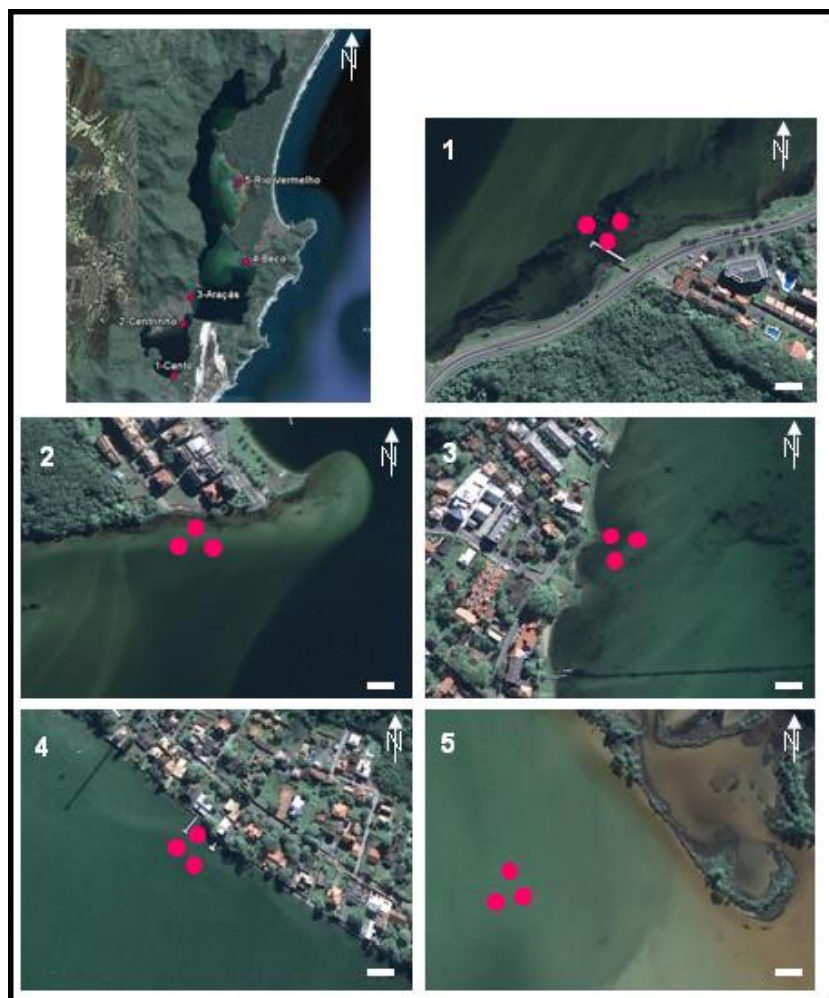


Figura 2 - Localização das subáreas amostrais e estações de coleta das amostras nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição (escala= 15 m).

2.4. Análises de nutrientes

As amostras destinadas a análise dos nutrientes inorgânicos dissolvidos – nitrogênio amoniacal (ion amônio NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), silício reativo (formas mono e dimeras do H_4SiO_4) e ortofosfato (íons PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} e H_2PO_4^-) – foram transportadas em gelo até o laboratório e filtradas imediatamente após chegada com auxílio de bomba de pressão a vácuo (pressão máxima de 200 mmHg) em membranas Whatman de 0,45 μm de porosidade para a eliminação do material particulado. A água filtrada de cada amostra foi congelada e, no momento das análises, foram descongeladas e separadas em diferentes frações para análise imediata.

As análises de nutrientes seguiram os métodos de Aminot e Chaussepied (1983), descrito em Baumgarten *et al.* (1996) e Niencheski *et al.* (2006) para nitrito, nitrato, silício reativo e ortofosfato, e, para o nitrogênio amoniacal, método de Koroleff (1969) descrito em Grasshoff *et al.* (1983) e Niencheski *et al.* (2006). O procedimento metodológico baseou-se em métodos espectrofotométricos UV-Vis, descritos em Baumgarten *et al.* (1996) e Niencheski *et al.* (2006). As amostras foram lidas utilizando cubetas de quartzo de 1 cm de passo óptico em espectrofotômetro HACH DR5000 UV/Vis na faixa do visível, onde os comprimentos de onda para cada nutriente foram de: 630 nm (N-NH_4^+), 543 nm (N-NO_2^- e N-NO_3^-), 810 nm (Si) e 885 nm (P-PO_4^{3-}).

Para o cálculo da concentração destes nutrientes em função das suas absorbâncias, foram utilizadas curvas de conversão já instaladas no espectrofotômetro e que aceitaram como Coeficiente de Correlação Linear de Pearson o padrão mínimo de 0,99. Todas as curvas foram também testadas anteriormente às análises.

2.5. Análises microbiológicas

Os coliformes fecais (*Escherichia coli*) foram determinados pela equipe do setor de Microbiologia Aplicada à Aquicultura, do Laboratório de Camarões Marinhos, na Universidade Federal de Santa Catarina. A metodologia utilizada por este laboratório foi a de substrato definido (American Public

Health Association, 1992) e para a quantificação do Número Mais Provável (NMP) foram utilizadas combinações de tubos positivos em séries de cinco tubos com diluições da amostra em 0,1; 0,01 e 0,001 mL (Food and Drug Administration, 1984).

2.6. Análises sedimentológicas

2.6.1. Matéria Orgânica Total

O teor de matéria orgânica total foi obtido por meio de queima de 3 g de sedimento em mufla, à 550°C por 2 h. A diferença entre o peso inicial (anterior à queima) e o peso final (após a queima) correspondeu ao teor de matéria orgânica total da amostra, conforme descrito por Gross (1971).

2.6.2. Carbonato Biodetrítico

Para a determinação do carbonato biodetrítico foi realizada a acidificação do sedimento com Ácido Clorídrico (HCl) 10%. O ácido foi renovado diariamente até que não houvesse mais borbulhamento da amostra, que, posteriormente, passou pelos processos de lavagem e secagem em estufa à 60°C. A diferença entre o peso inicial (anterior à queima) e o peso final (após a queima) correspondeu ao teor de carbonato biodetrítico da amostra (Gross, 1971).

2.6.3. Granulometria

A análise granulométrica foi realizada após a queima do carbonato biodetrítico presente na amostra e consistiu na separação dos diferentes tamanhos de grãos de sedimento, mediante a técnica de peneiramento (para partículas grossas, maiores que 0,062mm), de acordo com Suguio (1973) e Coimbra *et al.* (1991). A amostra total foi peneirada a úmido em malha de 0,063 mm, separando-se assim os sedimentos finos. O peneiramento das partículas arenosas foi realizado com um conjunto de peneiras em intervalo de 0,5 phi (de 1,5 a 4 phi) com o apoio de um agitador tipo Ro-Tap por 15 min e reostato na intensidade 7. A diferença entre o peso inicial da amostra e o peso da fração retida na malha de 0,063 mm foi atribuída a contribuição de lamas.

2.7. Análises biológicas

Para a análise de foraminíferos foi utilizada uma fração de 50 cm³ de sedimento superficial. A amostra foi armazenada em frasco contendo solução de Rosa de Bengala e álcool 40% para a coloração dos indivíduos vivos no momento da coleta. O material coletado foi peneirado a úmido em malha de 0,062 mm, e, em seguida, o sedimento retido na malha transcorreu pelo processo de secagem em estufa a 60°C.

O material seco seguiu para o processo de flotagem em Tricloroetileno (C₂HCl₃), onde os foraminíferos e outros organismos foram separados do material decantado por possuírem menor densidade (Boltovskoy e Wright, 1976). O material do sobrenadante foi recolhido em filtros de papel para a posterior análise em lupa.

Os foraminíferos foram distribuídos em placas de *petri* para a realização do processo de triagem e identificação, de acordo com proposta de classificação taxonômica de Loeblich e Tappan (1988). As testas foram triadas a seco em estereomicroscópio Carl Zeiss® (magnificação de até 160x), com auxílio de pincel de pêlo de marta nº000 e acondicionadas em lâminas micropaleontológicas. Foram contados todos os foraminíferos da amostra (densidade total em 50 cm³ de sedimento), e identificadas as primeiras 100 carapaças. As amostras que apresentaram um grande número de indivíduos foram divididas em subamostras e a densidade então estimada a 50 cm³ de sedimento. O número total de indivíduos de cada espécie em cada estação (abundância) e a importância das mesmas (abundância relativa) foram também calculadas.

A população viva no momento da coleta foi diferenciada da população morta pela coloração das testas. De acordo com a proposta deste trabalho, utilizou-se a associação total (vivos+mortos) como indicadora das condições ambientais médias ou dominantes em cada subárea amostral para diferenciá-las espacialmente (Debenay *et al.*, 2000) e parâmetros ecológicos derivados da população viva para analisar eventuais mudanças entre as campanhas amostrais. Os seguintes índices ecológicos foram obtidos com os *softwares* “MVSP” – *Multivariate Statistical Package* (Kovach, 1999) e *DivEs* 2.0 (Rodrigues, 2005), de acordo como descrito em Krebs (1999) e Odum e Barrett (2007):

- **Diversidade de Shannon-Wiener (H'):** leva em conta o número de espécies e a importância delas em cada estação.

$H' = - \sum (p_i \cdot \ln p_i)$ → onde \ln é o logaritmo neperiano e p_i é a probabilidade do indivíduo pertencer a espécie i (i variando de 1 a S).

- **Índice de Simpson (D'):** índice que leva em conta a riqueza, o total de indivíduos e a proporção de ocorrência de cada espécie.

$D' = 1 - \sum n_i (n_i - 1) / N (N - 1)$ → onde n_i é o número de indivíduos da espécie i e N é o número total de indivíduos.

Anomalias morfológicas e variações no tamanho médio das testas foram avaliadas. Para as análises de biometria foram selecionadas e fotografadas 30 testas preservadas de indivíduos do gênero dominante em cada ponto amostral. A medida utilizada foi o comprimento do eixo de maior distância da testa de cada indivíduo, procedimento este realizado com o auxílio do *software AxioVision 4.4* (Zeiss, 2004).

2.8. Processamento estatístico dos dados

Diferentes abordagens foram realizadas neste trabalho a fim de identificar as possíveis variações espaciais (inter-áreas) e temporais (inter-campanhas). Parâmetros de estatística descritiva, tais como média, desvio padrão e valores máximos e mínimos foram determinados para cada variável analisada.

Em cada subárea amostral foram consideradas réplicas espaciais as seis estações de coleta realizadas nas duas campanhas (três em cada delas). Estas réplicas foram testadas entre as cinco subáreas marginais (cada uma delas com $n = 6$). Para a verificação da variação temporal na área de estudo, foram testadas como réplicas temporais as duas campanhas amostrais, reunindo todas as estações de coleta das cinco subáreas ($n = 15$).

Considerando assim os diferentes tipos de réplicas definidos neste trabalho, empregaram-se testes de verificação da normalidade e tratamentos estatísticos univariados baseados na técnica da Análise de Variância não paramétrica (teste de Kruskal-Wallis e o teste de comparação *a posteriori* de Dunn), utilizando o *software Statistica 7.0* (StatSoft, 2004). O cálculo dos parâmetros estatísticos relacionados à granulometria do sedimento, como diâmetro médio e grau de seleção, foram obtidos através do programa *SysGran 3.0* (Camargo, 2005), de acordo com a proposta de Folk e Ward (1957).

De modo a avaliar relação entre as variáveis pertencentes a cada um dos grupos de descritores estudados (físico, químicos e biológicos) foi calculado o coeficiente de correlação não paramétrica de Spearman, obtendo-se uma matriz quadrada para cada um deles. As variáveis que se correlacionaram com o maior número de outras variáveis foram selecionadas para a construção da matriz destinada as análises multivariadas. Este recurso foi utilizado para evitar um número desproporcional entre variáveis e número de casos.

A técnica de Análise de Componentes Principais foi aplicada sobre uma matriz mista de dados – com variáveis hidrológicas, sedimentológicas e biológicas previamente padronizadas (transformadas em valores de z) e selecionadas por sua alta correlação com outros descritores e/ou baixa variabilidade temporal entre as subáreas amostrais – com auxílio do *software Multi Variate Statistical Package*® (MVSP) (Kovach, 1999). Os parâmetros que melhor sintetizaram a variabilidade ambiental da área de estudo foram identificados e também procurados descritores de dados que diferenciassem espacialmente os grupos amostrais com eficácia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características hidroquímicas

Os resultados físico-químicos encontrados nesta pesquisa refletiram o gradiente de confinamento das águas marinhas – a medida que aumentou a distância das subáreas do canal de comunicação com o mar –, os aportes fluviais e também a variação do índice pluviométrico entre as duas campanhas. Nos 30 dias anteriores à primeira campanha (2008), houve um acúmulo de 643,6 mm, enquanto que, na segunda campanha (2009), o índice foi de 266,5 mm¹. Quanto ao regime de ventos, ambas as campanhas foram conduzidas sob fraca influência deste agente. Nos três dias anteriores a primeira campanha, foram observados ventos de Sul com intensidade média de 3,6 km.h⁻¹, enquanto na segunda campanha a média foi de 7,2 km.h⁻¹, mas com direção predominante de noroeste¹.

A salinidade média da Lagoa variando entre 5,1 e 18,8 na coluna d'água e 5,2 e 19,2 na água de percolação ao longo das duas campanhas (Tabela 1; Figura 3). A subárea sob maior influência marinha foi 4-Beco, devido à proximidade ao Canal da Barra, canal de ligação da Lagoa da Conceição com o mar. As áreas 1-Canto e 2-Centrinho apresentaram menores salinidades, assim como obtido por Fonseca *et al.* (2002), que registrou menores teores na porção Sul da Lagoa. O oxigênio dissolvido apresentou um padrão de variação menor entre as subáreas do que na mesma estação, entre os valores da coluna d'água e da água de percolação em todas as áreas. Os valores de oxigênio dissolvido foram inferiores à 5 mg.L⁻¹ em todas as áreas, com exceção das áreas 2-Centrinho, 3-Araçás e 4-Beco na segunda campanha. Nas subáreas 5-Rio Vermelho e 3-Araçás predominaram valores oxigênio dissolvido na água de percolação inferiores a 3 mg.L⁻¹ em ambas as campanhas (Figura 3), sendo, portanto, consideradas áreas restritivas a fauna bentônica quanto a esta variável. Com relação à temperatura, a subárea 5-Rio Vermelho apresentou águas ligeiramente mais frias que as demais. Analisando estatisticamente as variáveis físico-químicas (Tabela 2), verificaram-se diferenças significativas na distribuição

¹ Dados fornecidos dia 03/02/2010 pela pesquisadora Vera Lúcia da Silva Ranghetti – Epagri/Ciram.

espacial da salinidade (coluna d'água e percolação), pH (coluna d'água) e oxigênio (coluna d'água) entre as subáreas (considerando ambas as campanhas). Fonseca (2006) não obteve diferenças estatisticamente significativas no pH entre as áreas com maior e menor influência da urbanização ($7,9\pm0,3$ e $8,1\pm0,2$, respectivamente), assim como foi pequena a variação do oxigênio dissolvido entre essas áreas ($5,42\pm1,07$ mL.L⁻¹ e de $5,60\pm0,67$ mL.L⁻¹).

Quanto aos nutrientes, não foram verificadas variações espaciais estatisticamente significativas nas concentrações de NID (nitrogenados inorgânicos dissolvidos) e de ortofosfato dissolvido entre as cinco subáreas (Tabela 2; Figura 4). O único nutriente que permitiu diferenciá-las foi o silicato dissolvido, que apresentou valores superiores na área 2-Centrinho, considerando ambas as campanhas (Tabela 2). Este elemento pode estar indicando um incremento de água doce na Lagoa neste ponto, provindo dos canais de drenagem da bacia hidrográfica ou ainda um enriquecimento decorrente da remobilização de fundo, devido à ação das ondas do quadrante Sul. Fonseca (2006) verificou que nas áreas mais densamente urbanizadas do entorno da Lagoa a amplitude das concentrações de silicato ($1,64\pm3,14$ µM e $34,44\pm5,42$ µM), nitrito ($0,03\pm0,14$ µM e $0,25\pm0,07$ µM) e nitrato ($0,04\pm0,18$ µM a $2,54\pm3,01$ µM) foram maiores em relação às áreas com menor influência da drenagem urbana.

Em termos temporais, entre as campanhas de 2008 (novembro) e 2009 (março) observou-se uma tendência de redução do NID e aumento dos teores de fosfato ao longo das áreas rasas marginais (Figura 4). Fonseca (2004) encontrou resultados similares para o nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito dissolvidos, associando sua redução a um maior consumo desses nutrientes no verão, devido o aumento da demanda fitoplanctônica. No caso do fosfato, na primeira campanha seus valores estiveram próximo ao limite de detecção do método, enquanto na segunda campanha houve um aumento generalizado em suas concentrações (média de $2,58\pm1,93$ µmol.L⁻¹). Isso pode ter ocorrido devido ao aumento das atividades turísticas na Lagoa durante os meses de janeiro e fevereiro, fator que ocasiona um aumento de despejos de

Tabela 1 - Valores máximos e mínimos dos parâmetros físico-químicos – salinidade, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1}), pH e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) – da coluna d'água e água de percolação, obtidos nas duas campanhas amostrais na Lagoa da Conceição, com suas respectivas médias para cada subárea.

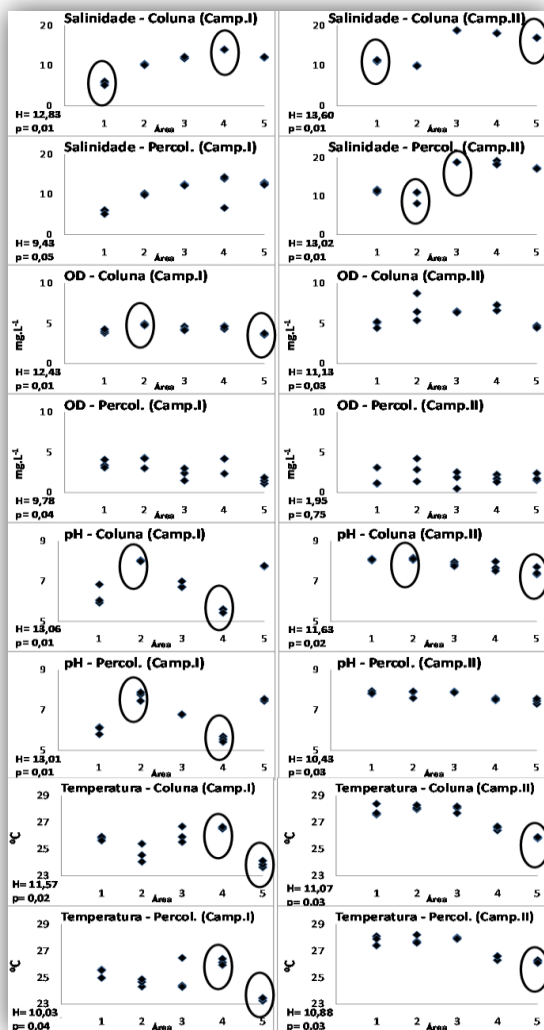
		Sal. Col.	Sal. Perc.	OD Col.	OD Perc.	pH Col.	pH Perc.	Temp. Col.	Temp. Perc.
1-Canto Camp.I	Máx.	6,1	6,1	4,28	4,09	6,84	6,15	25,93	25,59
	Mín.	5,1	5,2	3,81	3,10	5,93	5,80	25,64	24,97
1-Canto Camp.II	Máx.	11,4	11,7	5,21	3,11	8,12	7,95	28,40	28,10
	Mín.	11,0	11,0	4,43	1,09	8,03	7,81	27,60	27,40
	Média	8,4	8,6	4,48	2,66	7,18	6,95	26,85	26,58
2-Centr. Camp.I	Máx.	10,4	10,3	4,97	4,32	8,04	7,89	24,55	24,87
	Mín.	10,1	9,9	4,76	3,02	7,99	7,46	24,05	24,32
2-Centr. Camp.II	Máx.	10,1	11,0	8,75	4,23	8,17	7,93	28,30	28,20
	Mín.	9,9	8,1	5,38	1,38	8,06	7,60	28,00	27,60
	Média	10,1	10,0	5,85	3,34	8,07	7,76	26,40	26,23
3-Araçás Camp.I	Máx.	12,2	12,5	4,63	3,00	7,00	6,79	26,70	26,47
	Mín.	11,8	12,2	4,14	1,48	6,71	6,77	25,53	24,29
3-Araçás Camp.II	Máx.	18,8	18,8	6,51	1,89	7,96	7,92	28,20	28,00
	Mín.	18,7	18,8	6,36	0,48	7,75	7,87	27,70	27,90
	Média	15,4	15,6	5,40	1,97	7,33	7,34	27,03	26,49
4-Beco Camp.I	Máx.	14,0	14,3	4,68	4,20	5,61	5,69	26,67	26,40
	Mín.	14,0	6,7	4,59	2,35	5,43	5,42	26,53	25,94
4-Beco Camp.II	Máx.	18,1	19,2	7,30	2,23	7,98	7,59	26,70	26,60
	Mín.	18,0	18,2	6,60	1,31	7,51	7,49	26,40	26,30
	Média	16,0	15,1	5,68	2,66	6,63	6,55	26,58	26,33
5-Rio Verm. Camp.I	Máx.	12,2	13,0	3,78	1,86	7,77	7,56	24,13	23,47
	Mín.	12,0	12,4	3,60	1,12	7,74	7,46	23,64	23,26
5-Rio Verm. Camp.II	Máx.	17,0	17,3	4,71	2,40	7,71	7,57	25,90	26,30
	Mín.	16,9	17,1	4,46	1,51	7,34	7,31	25,80	26,10
	Média	14,5	15,0	4,14	1,68	7,62	7,48	24,87	24,79

Sal.= salinidade; OD= oxigênio dissolvido; Temp.= temperatura; Col.= valores da coluna d'água; Perc.= valores da água de percolação do sedimento; Camp.I= primeira campanha amostral; Camp.II= segunda campanha amostral; Máx.= máximo; Mín.= mínimo.

Tabela 2 - Teste estatístico de Kruskal-Wallis para descritores analisados. Valores de H e respectivo *p* obtidos entre as subáreas em cada campanha (n= 3), em ambas campanhas amostrais (variação espacial, n=6) e entre as campanhas amostrais (variação temporal, n= 15) na Lagoa da Conceição.

	Variável	Campanha I		Campanha II		V. espacial		V. temporal	
		H	p	H	p	H	p	H	p
Hidrológicas	Sal. (Col.)	12,83	0,01*	13,60	0,01*	21,49	0,00*	4,22	0,04*
	Sal. (Perc.)	9,43	0,05*	13,02	0,01*	17,70	0,00*	6,51	0,01*
	pH (Col.)	13,06	0,01*	11,63	0,02*	12,59	0,01*	7,61	0,01*
	pH (Perc.)	13,00	0,01*	10,43	0,03*	7,09	0,13	12,30	0,00*
	OD (Col.)	12,43	0,01*	11,13	0,02*	10,20	0,04*	15,36	0,00*
	OD (Perc.)	9,78	0,04*	1,94	0,75	6,78	0,15	4,75	0,03
	Temp. (Col.)	11,57	0,02*	11,07	0,03*	8,47	0,08	13,03	0,00*
	Temp. (Perc.)	10,03	0,04*	10,87	0,03*	5,05	0,28	18,45	0,00*
	NID (Col.)	3,83	0,43	6,61	0,16	4,74	0,31	1,03	0,31
	NID (Perc.)	6,77	0,15	8,12	0,09	5,62	0,23	12,34	0,00*
	Ortofosf.(Col.)	0,00	1,00	2,42	0,66	0,26	0,99	22,35	0,00
	Ortofosf.(Perc)	0,00	1,00	4,57	0,33	1,26	0,87	22,35	0,00
Sedimentológicas	Silicato (Col.)	10,37	0,03*	8,74	0,07	11,16	0,02*	8,11	0,00*
	Silicato (Perc.)	11,70	0,02*	7,69	0,10	13,89	0,01*	7,25	0,01*
	Colif.Fec. (Col.)	11,55	0,02*	9,55	0,05*	6,99	0,14	10,71	0,00*
	Colif.Fec.(Perc)	9,39	0,05*	9,33	0,05*	9,83	0,04*	15,49	0,00*
	MOT	9,30	0,05*	10,93	0,03*	19,59	0,00*	1,60	0,21
	Carbonato B.	4,03	0,40	4,03	0,40	8,87	0,06	0,65	0,42
	Diâmetro Médio	11,13	0,02*	9,10	0,06	18,89	0,00*	2,05	0,15
	G. de Seleção	9,47	0,05*	6,30	0,18	14,93	0,00*	0,00	0,95
	% Areia Fina	11,30	0,02*	7,83	0,10	16,98	0,00*	4,74	0,03*
	Riqueza Total	3,83	0,43	11,67	0,02*	8,75	0,07	0,11	0,74
	Riqueza Vivos	6,62	0,16	12,41	0,01*	15,27	0,00*	0,03	0,86
	Biológicas	<i>C. excavatum</i> (T)	10,56	0,03*	11,10	0,03*	7,63	0,11	0,12
<i>C. excavatum</i> (V)		6,80	0,15	6,87	0,14	1,97	0,74	2,61	0,11
<i>A. tepida</i> (T)		12,04	0,02*	13,68	0,01*	24,67	0,00*	0,64	0,42
<i>A. tepida</i> (V)		11,70	0,02*	13,07	0,01*	24,13	0,00*	0,71	0,40
<i>A. salsum</i> (T)		8,09	0,09	8,93	0,06	12,00	0,02*	0,30	0,58
<i>A. salsum</i> (V)		6,14	0,19	8,37	0,08	6,48	0,17	0,76	0,38
% hialinos		6,92	0,14	10,53	0,03*	7,03	0,13	2,34	0,13
% porcelanáceos		8,74	0,07	9,13	0,06	9,56	0,05*	2,14	0,14
% aglutinantes		8,52	0,07	10,60	0,03*	8,92	0,06	3,86	0,05*
Biometria		6,52	0,16	9,66	0,05*	2,51	0,64	6,83	0,36
Malformações		0,85	0,93	11,46	0,02*	8,73	0,07	5,36	0,02*
Razão V/T		7,32	0,12	8,70	0,07	4,54	0,34	5,97	0,01*
Densidade (T)		9,30	0,05*	12,43	0,01*	16,57	0,00*	1,60	0,21
Densidade (V)		3,68	0,45	12,83	0,01*	15,84	0,00*	0,25	0,62
Diversidade (T)		3,60	0,46	11,73	0,02*	8,55	0,07	1,29	0,26
Diversidade (V)		2,84	0,58	11,60	0,02*	8,74	0,07	3,20	0,07
Dominância (T)	7,71	0,10	7,90	0,09	8,04	0,09	0,37	0,54	
Dominância (V)	7,26	0,12	6,23	0,18	6,03	0,20	0,01	0,91	

*Estatisticamente significativo ($p \leq 0,05$); H= valor do teste de Kruskal-Wallis; V= Vivos; T= Total; Col.= valores da coluna d'água; Perc.= valores da água de percolação do sedimento; OD= oxigênio dissolvido; Temp.= temperatura; NID= nitrogenados inorgânicos dissolvidos; Colif.fec.= coliformes fecais; Carbonato B.= carbonato biodetrítico.



OD= oxigênio dissolvido; Coluna= valores da coluna d'água; Perc.= valores da água de percolação do sedimento; Camp.I= primeira campanha amostral; Camp.II= segunda campanha amostral. H= teste de Kruskal-Wallis, Destaque= subáreas estatisticamente diferenciadas pelos teste de Dunn.

Figura 3 - Valores de salinidade, oxigênio dissolvido, pH e temperatura das duas campanhas amostrais nas subáreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

esgotos domésticos e comerciais. Outra suposição seria a liberação de fósforo do sedimento com o aumento da salinidade por meio de um choque iônico que disponibiliza esse nutriente adsorvido no sedimento para a água (Santos *et al.*, 2007). A relação inversa entre os teores de oxigênio dissolvido e ortofosfato não foi verificada. Fontes (2004) cita que quando condições de hipoxia prevalecem, o conteúdo de fosfato tende a se elevar na coluna de água devido a solubilização. Esse resultado, apesar de esperado, não foi obtido nesse trabalho.

A sílica reativa dissolvida apresentou uma maior concentração na primeira campanha, o que pode ter sido um fator desencadeado pelo alto índice pluviométrico ocorrido – o incremento no aporte de água doce no estuário poderia resultar em concentrações maiores de sílica transportada pelo canal de drenagem da bacia hidrográfica – ou pelo fluxo difusivo do silicato do sedimento para a água (Fonseca, 2006).

As variáveis físico-químicas também apresentaram valores significativamente diferentes entre as campanhas realizadas. Estes resultados podem ser decorrentes do alto índice pluviométrico ocorrido durante o mês anterior à primeira campanha, o qual ocasionou a ocorrência de valores de salinidade e pH mais baixos. O oxigênio dissolvido da coluna d'água, por sua vez, apresentou valores superiores na segunda campanha, enquanto que na água de percolação esta mesma variável apresentou valores inferiores. É possível que a concentração de oxigênio dissolvido da coluna d'água tenha aumentado devido à maior atividade fotossintética na segunda campanha, estimulada por sua vez pelo aumento de nutrientes disponíveis. Todavia, outros fatores, com variabilidade diária e não apenas sazonal, tais como o horário das coletas, luminosidade e grau de agitação das águas podem também ter sido responsáveis por estas variações entre as campanhas.

Comparando os resultados de nutrientes obtidos na coluna d'água com o recomendado pela Resolução CONAMA nº 357 (2005) (considerando como águas salobras classe 1) e pelo indicado por Aminot e Chaussepied (1983) (considerando como águas estuarinas), observou-se que o nitrogênio amoniacal, nitrito e a sílica reativa dissolvidos não encontram-se em concentrações excedentes aos limites em nenhuma das subáreas estudadas. Entretanto, o nitrato e ortofosfato dissolvidos determinados na segunda campanha apresentaram

concentrações superiores ao estabelecido pela legislação e pelo recomendado por Aminot e Chaussepied (1983) em quase todas as áreas (Tabela 3).

Os resultados de nitrato mais altos obtidos neste trabalho foram de $140 \mu\text{mol.L}^{-1}$ (subárea 1-Canto durante a primeira campanha) e $68,57 \mu\text{mol.L}^{-1}$ na (subárea 4-Beco, segunda campanha). Pagliosa (2004) encontrou concentrações menores em rios intensamente urbanizados na Ilha de Santa Catarina, com concentrações médias de $14 \pm 13,4 \mu\text{M}$ e máxima de $48,8 \mu\text{M}$ no rio Marum, o mais poluído. Tais valores sugerem contaminação orgânica bastante severa e não correspondem às demais características observadas em ambas as áreas. Os resultados aqui obtidos devem ser melhor investigados por meio de estudos de monitoramento nestes locais e uma vez confirmada sua recorrência, tornar-se-ão indispensáveis medidas para controle da qualidade ambiental do sistema por parte dos gerenciadores ambientais públicos.

Fonseca *et al.* (2002) observaram, em campanha realizada no dia 20 de setembro de 2000, teores de nitrogênio amoniacal, nitrito e silicato dissolvidos superiores ao encontrado nesta pesquisa (com exceção das áreas 1-Canto e 2-Centrinho na primeira campanha). Entretanto, os teores de fosfato (da segunda campanha) e nitrato foram maiores que o encontrado anteriormente pelos autores.

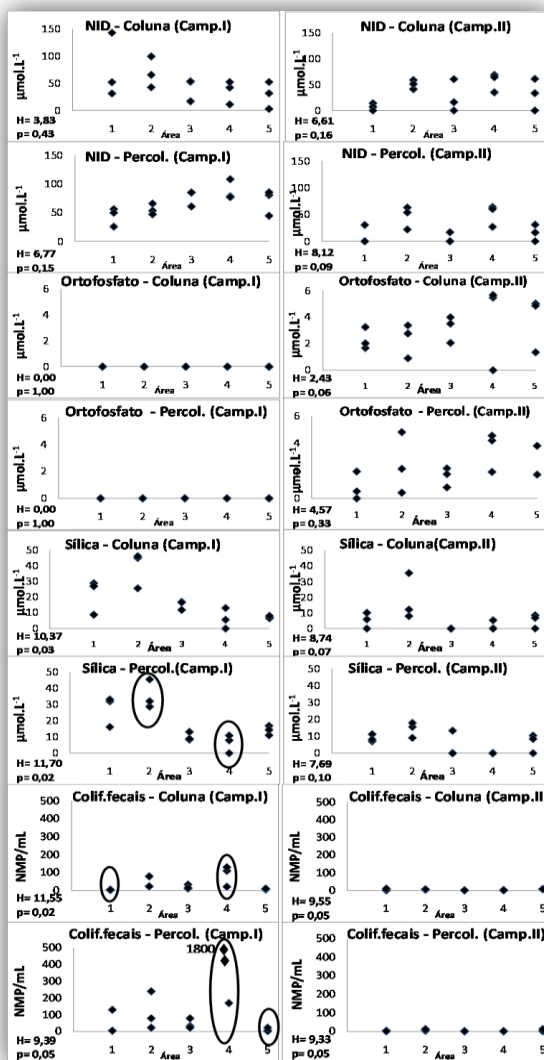
Com relação às análises microbiológicas, indicadoras do aporte de esgotos domésticos, verificou-se uma concentração de coliformes fecais na coluna d'água superior aos limites propostos pela Resolução CONAMA nº 274 (2000) em todas as áreas na primeira campanha, com exceção da área 1-Canto. As áreas 4-Beco e 2-Centrinho mostraram as maiores concentrações de coliformes fecais, sendo que a primeira foi a única que se diferenciou estatisticamente das demais quanto a este descritor. Com relação à análise temporal, os coliformes apresentaram maiores densidades na primeira campanha, provavelmente como resultado do evento de fortes chuvas (acúmulo de chuvas de 643,6mm nos 30 dias anteriores à primeira campanha e 266,5mm à segunda²) que promoveram um maior aporte de

² Dados fornecidos dia 03/02/2010 pela pesquisadora Vera Lúcia da Silva Ranghetti – Epagri/Ciram.

esgoto doméstico (precariamente ou até mesmo não tratado) da bacia hidrográfica para a Lagoa. Esses resultados confirmam uma contaminação por esgoto doméstico na laguna, consequência da falta de saneamento na área de entorno da Lagoa. Já, na segunda campanha, a concentração de coliformes fecais não foi superior ao padrão de 8 NMP/1mL (com exceção da área 1-Canto), considerado como limite para balneabilidade própria pelo governo do Estado.

3.2. Características sedimentológicas

Os parâmetros descritores das características sedimentológicas das áreas rasas da Lagoa da Conceição estão apresentados na Tabela 4. A distribuição granulométrica dos sedimentos apresentou-se de maneira geral homogênea, com teores de areia entre 99 e 100%. A classe predominante nas duas campanhas foi areia fina, segundo a classificação de Folk e Ward (1957). Os grãos variaram de moderadamente a muito bem selecionados e com diâmetro médio entre 1,83 a 2,45 phi. A área 2-Centrinho foi a única que apresentou diâmetro médio dos grãos significativamente menores e também a maior porcentagem média de areia fina (média de $85\pm 6\%$). Nas outras áreas a participação desta classe granulométrica variou entre 38 e 92%. Já o grau de seleção dos grãos mostrou que a área 4-Beco possui significativamente uma melhor seleção de grãos que a área 2-Centrinho. A maior porcentagem de sedimento fino na última pode indicar uma maior degradação de sua sub-bacia hidrográfica por ação antrópica. Áreas urbanizadas e/ou com solo exposto são mais susceptíveis ao carreamento de partículas finas do sedimento para a laguna. Um exemplo disso foi o estudo histórico geoquímico e de sedimento realizado por Borges *et al.* (2009) na Baía de Guanabara, que verificaram um incremento de sedimento fino a partir da década 70, coincidindo com o crescimento urbano e a devastação da cobertura vegetal das áreas de mangue do entorno.



NID= nitrogenados inorgânicos dissolvidos; Coluna= valores da coluna d'água; Perc.= valores da água de percolação do sedimento; Camp.I= primeira campanha amostral; Camp.II= segunda campanha amostral; H= teste de Kruskal-Wallis; Destaque= subáreas estatisticamente diferenciadas pelo teste de Dunn.

Figura 4 - Valores de NID, ortofosfato, sílica dissolvidos ($\mu\text{mol.L}^{-1}$) e coliformes fecais medidos nas duas campanhas amostrais ao longo das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

Tabela 3 - Valores máximos e mínimos de nutrientes e coliformes fecais na Lagoa da Conceição, suas respectivas médias nas subáreas e valores limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357 (águas salobras classe 1) e por Aminot e Chaussepied (ambientes estuarinos).

		Colif. Fecais (NMP/mL)		N. Amoniacal N-NH ₄ (μmol.L ⁻¹)		Nitrato N-NO ₃ (μmol.L ⁻¹)		Nitrito N-NO ₂ (μmol.L ⁻¹)		Ortofosfato PO ₄ (μmol.L ⁻¹)		Silicato SiO ₂ (μmol.L ⁻¹)	
		Col.	Perc.	Col.	Perc.	Col.	Perc.	Col.	Perc.	Col.	Perc.	Col.	Perc.
1-Canto Camp.I	Máx	5	130	1,43	2,86	140,00	53,57	1,36	0,71	0,00	0,00	28,93	33,21
	Mín	2	5	1,43	2,14	30,00	22,14	0,00	0,00	0,00	0,00	8,93	16,07
1-Canto Camp.II	Máx	11	5	0,00	0,00	14,28	30,00	0,00	0,00	3,22	1,93	10,11	11,07
	Mín	<2	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,61	0,00	0,00	7,14
Média		5	27	0,71	1,43	40,00	25,71	0,21	0,07	1,29	0,32	13,57	17,86
2-Cent. Camp.I	Máx	79	240	5,00	2,14	94,28	63,57	0,71	0,14	0,00	0,00	46,07	45,36
	Mín	23	23	1,43	1,43	40,00	45,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,71	28,57
2-Cent. Camp.II	Máx	7	13	2,14	0,00	56,43	62,14	0,00	0,71	3,22	4,84	35,71	17,86
	Mín	4	4	1,43	0,00	40,00	20,71	0,00	0,00	0,97	0,32	7,86	10,00
Média		24	62	2,14	0,71	57,86	50,00	0,14	0,28	1,29	1,29	28,93	25,00
3-Araç. Camp.I	Máx	33	79	2,86	2,86	50,71	83,57	0,07	0,28	0,00	0,00	17,14	13,21
	Mín	11	23	2,14	1,43	14,28	57,86	0,00	0,00	0,00	0,00	11,78	8,21
3-Araç. Camp.II	Máx	<2	2	0,00	3,57	60,71	12,86	0,00	0,00	3,87	2,26	0,00	13,21
	Mín	<2	<2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,93	0,64	0,00	0,00
Média		10	23	1,43	2,14	32,14	39,28	0,00	0,00	1,61	0,97	7,25	7,14
4-Beco Camp.I	Máx	130	1610	1,43	2,14	50,71	104,28	0,28	1,43	0,00	0,00	13,21	10,71
	Mín	21	170	1,43	1,43	9,28	75,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Beco Camp.II	Máx	2	2	2,14	3,57	68,57	60,71	0,00	0,71	5,81	4,52	5,36	0,00
	Mín	<2	<2	0,00	0,00	33,57	27,14	0,00	0,00	0,00	1,93	0,00	0,00
Média		44	387	0,71	2,14	45,00	66,43	0,07	0,57	1,93	1,93	3,93	3,21
5-R. V. Camp.I	Máx	11	23	2,86	4,28	50,00	82,14	0,50	0,71	0,00	0,00	8,21	16,78
	Mín	5	2	2,14	2,86	0,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,43	11,07
5-R. V Camp.II	Máx	8	13	2,14	2,14	60,00	28,57	0,00	0,00	5,16	6,13	8,57	10,36
	Mín	8	2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29	1,61	0,00	0,00
Média		8	8	2,14	2,14	28,57	41,43	0,14	0,21	1,93	1,93	6,07	10,00
Fonseca et al. (2002)	Máx	-	-	11,43	-	23,57	-	0,57	-	0,64	-	20,71	-
	Mín	-	-	0,21	-	2,14	-	0,14	-	0,06	-	1,78	-
Limites CONAMA (2005)		8	-	28,57	-	28,57	-	5,00	-	-	-	-	-
Limites Aminot e Chaussepied (1983)		-	-	-	-	10,00 a 15,00	-	1,00	-	1,00	-	150,00	-

Os valores de carbonato biodetrítico foram inferiores a 10%, sendo ligeiramente maiores na área 3-Araçás (valor médio igual a $5\pm 3\%$). Entretanto, as diferenças não foram estatisticamente significativas entre as áreas, indicando uma distribuição homogênea destes constituintes do substrato ao longo das cinco áreas rasas estudadas. Os resultados encontrados neste trabalho foram ligeiramente menores que o observado por Fonseca (2004), que obteve uma média de carbonato de $9,7\pm 7,5\%$, mas encontram-se dentro do intervalo observado em outros corpos lagunares de Santa Catarina. Oliveira (2004) encontrou valores entre 0,7 e 14,7% na Lagoa do Camacho e Santa Marta, sugerindo que tais teores representem uma contribuição autóctone, com origem associada à presença de organismos biomineralizadores, como por exemplo, pequenos gastrópodes e moluscos bentônicos.

Já em relação à matéria orgânica total (MOT) depositada nos sedimentos superficiais, embora todos os valores tenham sido bastante baixos (inferiores a 2%), foram observadas concentrações diferentes entre as áreas (Tabela 2). A maior porcentagem foi encontrada na área 3-Araçás, com teor médio de $1,2\pm 0,5\%$ (Tabela 4). Isso pode ter ocorrido devido à presença de um córrego canalizado nas proximidades da área de coleta. De maneira geral, os teores de MOT mostraram-se baixos provavelmente devido a maior agitação das águas nas áreas rasas, fator que impede a deposição de matéria orgânica. Gré e Horn Filho (1999) explicam que a porcentagem maior de matéria orgânica está localizada nas áreas mais profundas, onde a baixa energia favorece a deposição de lamas e matéria orgânica. Em trabalhos realizados mais recentemente no corpo lagunar, foi observado que nas áreas mais profundas são encontrados sedimentos com teores orgânicos de até 40% (Rudorff *et al.*, 2005).

3.3. Descritores bentônicos

Analizando os resultados obtidos, foram encontrados 19 táxons de foraminíferos bentônicos (Tabela 5), sendo a espécie *Criboelphidium excavatum* a mais abundante (57% do total de indivíduos identificados na área de estudo). As espécies *Ammonia tepida* e *Ammotium salsum* apresentaram também

grande abundância na Lagoa, representando 12% e 16% da comunidade, respectivamente (Figura 5). A riqueza encontrada neste trabalho foi similar à Lagoa de Santa Marta e Camacho & Garopaba do Sul (19 e 22 espécies, respectivamente), onde os gêneros *Miliammina* e *Ammotium* foram dominantes (Oliveira, 2004). Já na Lagoa da Cruz, no setor norte do Sistema Estuarino-Lagunar do Rio Itapocu, embora a riqueza tenha sido menor (17 espécies), os gêneros dominantes e as abundâncias relativas foram os mesmos encontrados nesta pesquisa: *Cribroelphidium* (27,2%), *Ammotium* (25,8%) e *Ammonia* (25,7%; Fritzen, 2007).

Tabela 4 - Valores máximos e mínimos de descritores sedimentológicos (carbonato biodetrítico, matéria orgânica total, diâmetro médio, grau de seleção e percentual de areia fina) em cada subárea da Lagoa da Conceição e suas respectivas médias.

		Carbonato biodetrítico (%)	Matéria orgânica (%)	Diâmetro médio (phi)	Grau de seleção	Areia fina (%)
1-Canto	Máx.	1,3	0,6	2,1	0,5	61,0
Camp.I	Mín.	0,9	0,5	2,1	0,4	58,6
1-Canto	Máx.	2,1	0,6	2,1	0,5	59,9
Camp.II	Mín.	0,9	0,5	2,0	0,4	49,1
Média		2,59	0,57	2,07	0,5	56,67
2-Centr.	Máx.	3,6	0,6	2,4	0,4	92,0
Camp.I	Mín.	0,4	0,3	2,3	0,3	78,8
2-Centr.	Máx.	1,2	0,5	2,4	0,4	88,4
Camp.II	Mín.	1,0	0,3	2,3	0,4	77,1
Média		1,32	0,48	2,38	0,4	85,25
3-Araç.	Máx.	6,4	2,0	2,7	0,6	78,1
Camp.I	Mín.	2,9	0,9	2,2	0,4	72,9
3-Araç.	Máx.	8,7	1,7	2,3	0,5	72,9
Camp.II	Mín.	1,3	0,8	2,0	0,4	46,3
Média		4,98	1,24	2,24	0,5	69,58
4-Beco	Máx.	5,6	0,7	2,2	0,6	70,1
Camp.I	Mín.	0,4	0,6	2,2	0,6	63,7
4-Beco	Máx.	4,8	0,7	2,2	0,7	60,3
Camp.II	Mín.	0,5	0,5	1,8	0,5	37,9
Média		2,71	0,62	2,11	0,6	59,59
5-Rio Verm.	Máx.	2,9	0,7	2,3	0,5	80,4
Camp.I	Mín.	1,2	0,6	2,0	0,4	61,1
5-Rio Verm.	Máx.	1,6	0,5	2,2	0,6	71,3
Camp.II	Mín.	0,7	0,5	2,1	0,4	58,3
Média		1,58	0,57	2,15	0,5	67,56

Abundância de espécies da Lagoa da Conceição/SC

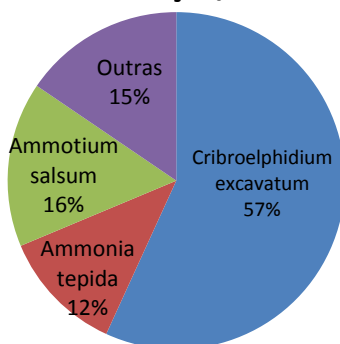


Figura 5 - Abundância das principais espécies de foraminíferos das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

A comparação entre estes corpos lagunares sugere que embora fisiograficamente e sedimentologicamente existam maior semelhança entre a Lagoa da Conceição e Lagoa de Camacho & Garopaba do Sul, a composição faunística assemelha-se mais com a Lagoa da Cruz. Esta última caracteriza-se, por sua vez, como um sistema fortemente confinado e organicamente enriquecido.

Comparando-se ainda os resultados desta pesquisa com o trabalho desenvolvido por Debenay *et al.* (1997) neste mesmo corpo lagunar dez anos antes, pode-se verificar algumas divergências importantes na distribuição das associações. No primeiro trabalho as áreas rasas arenosas caracterizaram-se pela dominância de Textulariídeos destacando-se a presença das espécies *Ammobaculites exiguus*, *Pseudoclavulina* sp., *Gaudryina exilis*, *Miliammina earlandi* e, principalmente, *Ammotium salsum*, associação que caracteriza um ambiente mais confinado. A maior dominância de Rotaliídeos observada atualmente em algumas áreas (representada, sobretudo por *C. excavatum*) e a redução na importância das espécies aglutinantes tipicamente mais tolerantes a águas mais mixohalinas pode indicar um processo de salinização do corpo lagunar, assim como redução nos teores de oxigenação destes

sedimentos. Sierra de Ledo & Soriano-Sierra (1999b) também confirmaram esse processo de salinização do corpo lagunar, alterando a composição faunística local.

Reunindo as testas de acordo com sua composição, observou-se que os foraminíferos calcários hialinos constituem o grupo predominante, representando $64\pm 22\%$ do total de indivíduos encontrados. Secundariamente estão as testas aglutinantes ($33\pm 24\%$) e, por último, os calcários porcelanáceos ($3\pm 6\%$). Verificando as diferenças entre as áreas quanto à participação destes três grupos, houve um aumento significativo na porcentagem de porcelanáceos na área 4-Beco. Isso se deve provavelmente a proximidade desta área ao Canal da Barra, ambiente de conexão da Lagoa com o mar. Os indivíduos com essa composição de testa são mais comuns em áreas oceânicas ou em lagunas com maior influência marinha (Murray, 1991).

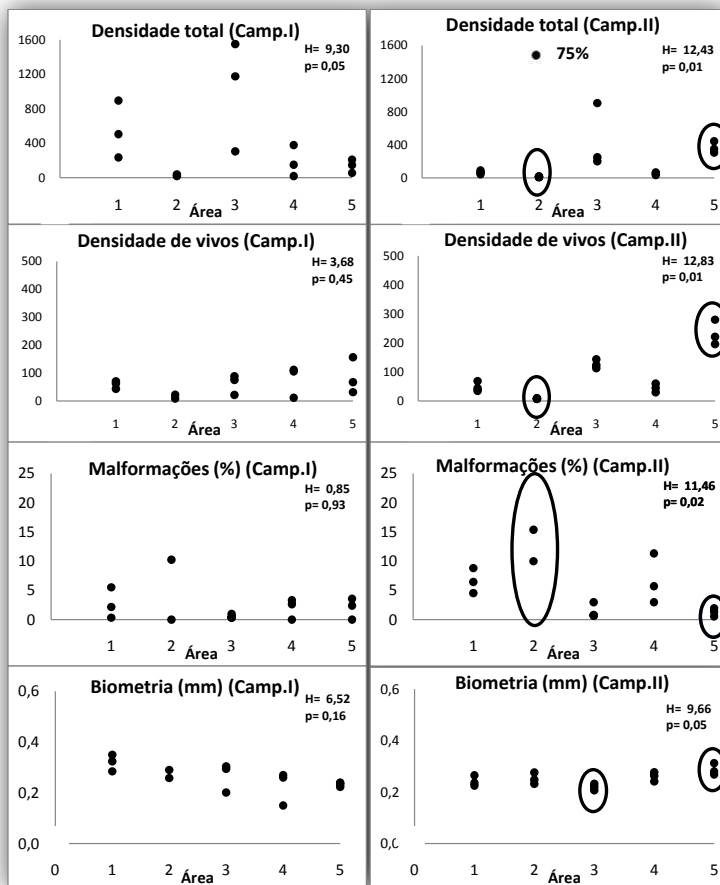
A densidade estimada de foraminíferos na Lagoa da Conceição variou de 8 a 1549 indivíduos/50mL de sedimento, com uma média de 294 ± 381 indivíduos/50mL (Figura 6), enquanto que, a densidade média de foraminíferos vivos foi de 78 ± 68 indivíduos/50mL de sedimento. A área 5-Rio Vermelho diferenciou-se estatisticamente das demais quanto a este parâmetro, apresentando 159 ± 94 indivíduos vivos/50mL de sedimento. Essa maior densidade de vivos pode estar relacionada com a menor atividade antrópica local e também com a menor hidrodinâmica, visto esta ser a área mais abrigada da ação de ondas e também a única que não possui suas margens ocupadas. Comparando os valores de densidade total com os resultados obtidos por Fritzen (2007), o setor norte do Sistema Estuarino-Lagunar do Rio Itapocu apresentou uma densidade muito maior, variando de 200 e 22.041 indivíduos/50mL de sedimento.

As porcentagens de malformações na população total variaram entre 0 e 10% na primeira campanha e entre 1 e 75% na segunda campanha (Figura 6). A grande amplitude na segunda campanha se deve a baixa densidade de testas e presença de anomalias em grande parte dos indivíduos da área 2-Centrinho. Esta subárea, seguida pela 4-Beco, foram as duas que apresentaram percentuais de malformação acima de 5%, sugerindo a existência de outros fatores que não apenas os associados às condições naturais de corpos costeiros interferindo negativamente no crescimento destas populações.

Adotando a mesma classificação proposta por Bonetti (2000), os tipos mais comuns de malformações encontrados neste trabalho foram: classe 1 (diferenças no tamanho e/ou na forma das câmaras), classe 2 (anomalias na posição das câmaras) e classe 3 (câmara adicional). Anomalias da classe 4 (testas gêmeas ou múltiplas) e classe 5 (testas complexas) também foram observadas, entretanto com menor frequência. As espécies *Criboelphidium excavatum*, *Ammonia tepida* e *Ammotium salsum* apresentaram um maior número de testas malformadas, sendo resultado da maior abundância dessas espécies.

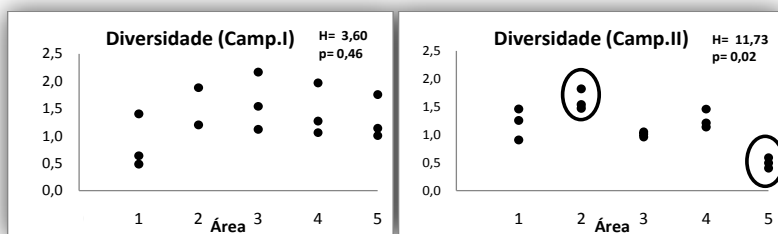
As medidas de diâmetro médio das testas variaram entre 0,15 e 0,35 mm (Figura 6). Biometricamente, houve diferenças significativas no tamanho dos indivíduos apenas entre as subáreas 2-Centrinho e 5-Rio Vermelho na campanha 2 (Figura 6; Tabela 2). Apesar da importância deste descritor para identificar anomalias ecológicas no desenvolvimento de populações afetadas por tensores antrópicos, os resultados encontrados nesta pesquisa não foram suficientemente robustos para permitir explorá-los melhor. Uma das limitações encontradas foi à impossibilidade de usar a mesma espécie como referência métrica em todas as subáreas.

Quanto aos índices ecológicos, pôde-se verificar que os valores de diversidade total variaram entre 0,40 e 2,17, dominância total entre 0,15 e 0,92 e a diversidade de vivos entre 0,48 e 2,08 e dominância de vivos entre 0,18 e 0,82. Dentro de uma mesma subárea, as maiores diferenças entre as réplicas espaciais foram encontradas nas áreas 1-Canto e 3-Araçás, sugerindo maior heterogeneidade na distribuição dos microhabitats nestes dois bancos arenosos. Vale chamar a atenção também para a redução observada na diversidade entre as campanhas de 2008 e 2009 no 5-Rio Vermelho (Figura 7). Comparando os valores de diversidade obtidos com outras lagunas, pode-se observar uma maior diversidade na Lagoa da Conceição em comparação ao Sistema Lagunar do Itapocu, que apresentou valores de diversidade máximos e mínimos de 0,76 e 0,25 (Fritzen, 2007).



Camp.I= primeira campanha amostral; Camp.II= segunda campanha amostral; H= teste de Kruskal-Wallis; Destaque= subáreas estatisticamente diferenciadas pelo teste de Dunn.

Figura 6 - Densidade estimada (em 50 cm³ de sedimento), porcentagem de malformações e biometria das testas de foraminíferos (mm) das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.



H= teste de Kruskal-Wallis; Camp.I= primeira campanha; Camp.II= segunda campanha; Destaque= amostras estatisticamente diferenciadas pelo teste de Dunn.

Figura 7 - Diversidade de Shannon (população total) em cada área amostral nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

3.4. Gradiente de diferenciação ambiental do compartimento marginal da Lagoa da Conceição

A matriz de correlação de Spearman obtida entre as variáveis pertencentes a cada um dos grupos de descritores estudados encontra-se apresentado na Tabela 6. A partir destes resultados foram selecionadas as concentrações de ortofosfato na coluna d'água, o diâmetro médio dos grãos, os teores de matéria orgânica total e a densidade total de foraminíferos como representantes da variabilidade ambiental observada nos diferentes compartimentos estudados.

Uma análise de Componentes Principais foi criada escolhendo-se os descritores que melhor se correlacionaram com o conjunto de variáveis analisadas e também que pouco variaram temporalmente, de modo a tentar com um número reduzido de variáveis diferenciar as subáreas estudadas segundo suas características químicas, sedimentológicas e biológicas.

Tabela 6 – Coeficiente (r) de Correlação de Spearman entre descritores hidroquímicos, sedimentológicos e biológicos nas áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição. Valores significativos ($p < 0,05$) identificados.

COEF DE SPEARMAN	Sal. Coluna	Sal. Percol.	OD Coluna	OD Percol.	pH Coluna	pH Percol.	Temp. Coluna	Temp. Percol.	NID Coluna	NID Percol.	P-PO4 Coluna	P-PO4 Percol.	SiO3 Coluna	SiO3 Percol.	Coliform Coluna	Coliform Percol.
Sal. Coluna	1,00															
Sal. Percol.	0,92*	1,00														
OD Coluna	0,30*	0,35*	1,00													
OD Percol.	-0,39	-0,55	-0,08	1,00												
pH Coluna	-0,21	-0,08	0,50*	-0,13	1,00											
pH Percol.	0,06	0,16	0,59*	-0,29	0,87*	1,00										
Temp. Coluna	0,18	0,17	0,62*	-0,11	0,31*	0,43*	1,00									
Temp. Percol.	0,24	0,23	0,71*	-0,12	0,41*	0,53*	0,94*	1,00								
NID Coluna	-0,16	-0,13	0,14	0,16	-0,11	-0,19	-0,21	-0,24	1,00							
NID Percol.	-0,14	-0,19	-0,38	0,09	-0,43	-0,53	-0,34	-0,50	0,23	1,00						
P-PO4 Coluna	0,43*	0,50*	0,63*	-0,29	0,42*	0,56*	0,54*	0,67*	-0,23	-0,58	1,00					
P-PO4 Percol.	0,43*	0,50*	0,68*	-0,38	0,31*	0,50*	0,45*	0,60*	-0,11	-0,52	0,75*	1,00				
SiO3 Coluna	-0,71	-0,69	-0,35	0,49*	0,01	-0,22	-0,34	-0,43	0,27	0,22	-0,51	-0,41	1,00			
SiO3 Percol.	-0,73	-0,68	-0,37	0,33*	0,11	-0,01	-0,42	-0,48	0,31*	0,21	-0,42	-0,43	0,72*	1,00		
Coliformes Coluna	0,41*	0,21	0,10	0,15	-0,01	0,03	0,15	0,08	-0,19	-0,07	0,04	-0,22	-0,14	-0,23	1,00	
Coliformes Percol.	0,09	-0,05	0,02	0,34*	-0,35	-0,33	-0,10	-0,20	0,02	0,38*	-0,22	-0,30	0,11	-0,04	0,45*	1,00

* valores de significativos acima de 0,28

COEF DE SPEARMAN	Carbonato Biodetrítico	MOT	Diâm. Médio	Seleção
Carbonato Biodetr.	1,00			
MOT	0,70*	1,00		
Diâm. Médio	0,12	0,11	1,00	
Seleção	0,17	0,38*	-0,54	1,00

* valores de significativos acima de 0,37

COEF DE SPEARMAN	Riqueza total	Riqueza vivos	E. excav.	A. tepida	A. salsum	Hialinos	Porcel.	Agglutin.	Malform.	Vivos / total	Densid.	Divers. Total	Domin. Total	Divers. Vivos	Domin. Vivos
Riqueza total	1,00														
Riqueza vivos	0,93*	1,00													
E. excavatum	-0,40	-0,30	1,00												
A. tepida	0,29	0,40*	-0,19	1,00											
A. salsum	0,24	0,19	-0,33	-0,31	1,00										
%hialinos	-0,33	-0,21	0,76*	0,31	-0,68	1,00									
%porcelanaceos	0,38*	0,45*	0,01	0,59*	-0,26	0,41*	1,00								
%aglutinantes	0,30	0,19	-0,60	-0,41	0,71*	-0,96	-0,55	1,00							
Malformações	-0,44	-0,44	0,02	-0,39	-0,10	-0,11	-0,52	0,13	1,00						
Razão vivos/total	-0,01	0,03	-0,16	0,29	-0,14	-0,10	-0,09	0,09	0,33	1,00					
Densidade	0,44*	0,60*	0,24	0,35	0,00	0,28	0,47*	-0,26	-0,52	-0,29	1,00				
Diversidade total	-0,30	-0,42	-0,47	0,00	0,17	-0,43	-0,30	0,34	0,03	0,07	-0,53	1,00			
Dominância total	-0,44	-0,32	0,84*	-0,11	-0,40	0,82*	0,20	-0,74	0,07	-0,21	0,20	-0,50	1,00		
Diversidade vivos	-0,36	-0,49	-0,36	-0,15	0,09	-0,31	-0,25	0,22	0,00	-0,17	-0,50	0,92*	-0,36	1,00	
Dominância vivos	-0,41	-0,31	0,76*	-0,09	-0,40	0,76*	0,17	-0,70	0,17	-0,12	0,18	-0,58	0,94*	-0,48	1,00

* valores de significativos acima de 0,37

O resultado desta técnica levou a setorização indicada na Figura 8. Apesar de apenas quatro vetores terem sido incorporados nesta análise, cada um deles se correlaciona com um conjunto bem mais amplo de variáveis e, conhecendo-se estas relações é possível discutir esta setorização mais detalhadamente. Iniciando-se pelo ortofosfato, suas concentrações na área de estudo se correlacionaram positivamente com os valores de salinidade, temperatura, oxigênio dissolvido e pH e negativamente com os teores de NID e sílica. Assim, pode-se dizer que as áreas 1-Canto e 4-Beco são as mais semelhantes em relação a estas propriedades. O vetor

representativo dos teores de matéria orgânica total nos sedimentos pode ser associado também aos valores de carbonato biodetrítico, caracterizando, portanto, a subárea 3-Araçás como sendo a única com composição sedimentológica diferenciada das demais quanto a estes dois descritores. Esta área também se diferenciou pela maior densidade de testas, que por sua vez encontra-se correlacionada com os menores percentuais de malformação. Por fim, a área 2-Centrinho se aproximou do vetor representativo do diâmetro médio dos sedimentos, o que se explica por esta área ser composta por sedimentos mais finos que as demais (areia muito fina). No entanto, ela também se opôs ao vetor do ortofosfato, indicando menores concentrações deste nutriente, assim como redução dos teores de oxigênio dissolvido e aumento nos teores de NID. As estações representativas da subárea 5-Rio Vermelho distribuíram-se na porção central do gráfico, sugerindo fraca correlação com todas as variáveis utilizadas.

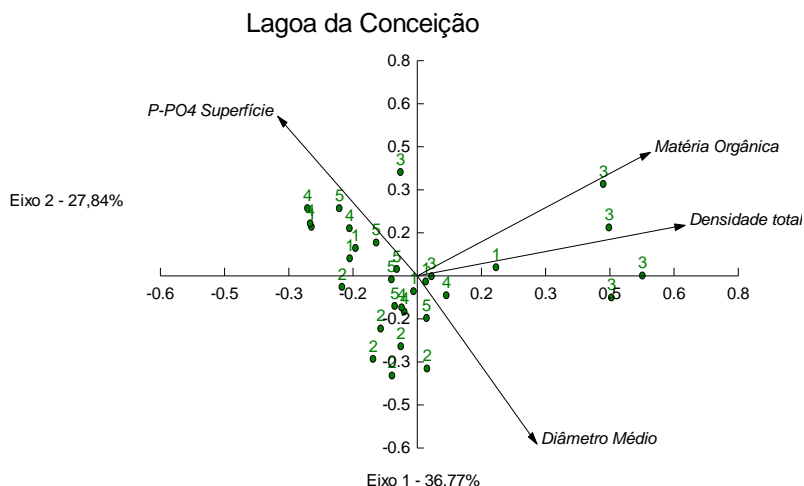


Figura 8 - Análise dos Componentes Principais mostrando a diferenciação das áreas rasas marginais da Lagoa da Conceição.

4. CONCLUSÃO

Quanto aos resultados abióticos, foi possível diferenciar as áreas de estudo de acordo com as diferentes condições hidroquímicas e sedimentológicas apresentadas. Duas áreas apresentaram-se diferente quanto à influência marinha na laguna: a área 4-Beco e a área 3-Araçás. Ambas encontram-se próximas ao Canal da Barra, sendo, portanto, favorecidas pela renovação das águas marinhas.

Comparando as áreas de acordo com suas diferentes condições orgânicas, verificou-se a diferenciação de duas áreas: a área 1-Canto, por suas concentrações superiores de matéria orgânica total, provenientes provavelmente do aporte de um córrego próximo e a área 2-Centrinho, por seus sedimentos mais finos e suas concentrações elevadas de sílica reativa, possivelmente provenientes do fluxo difusivo do silicato do sedimento para a água em episódios de maior hidrodinâmica (ventos do quadrante Sul).

Apesar da relativa homogeneidade nas características sedimentológicas das áreas estudadas, encontrou-se na Lagoa da Conceição uma distribuição espacial diferenciada da comunidade de foraminíferos. Acredita-se assim que este resultado seja reflexo das diferentes condições hidrológicas impostas pelo gradiente de confinamento marinho que se estabelece entre as áreas e de tensores antrópicos que atuam localmente. As análises biológicas mostraram a dominância da espécie *Criboelphidium excavatum*, que pode ser considerada uma espécie tolerante às diferentes condições ambientais dos compartimentos lagunares em estudo e, portanto, amplamente distribuída. Entretanto, outros descritores ecológicos mostraram-se sensíveis às variações espaciais, sendo que os baixos valores de densidade e o alto percentual de testas malformadas permitiram diferenciar espacialmente a área 2-Centrinho das demais. Estes descritores, associados a um aumento da contribuição de sedimentos mais finos, sugerem ser esta a área ecologicamente mais estressante à fauna bentônica. A área 3-Araçás também se diferenciou das demais, neste caso pela maior densidade faunística e pelos teores de matéria orgânica total nos sedimentos (ligeiramente mais altos). Acredita-se que neste local o enriquecimento orgânico esteja atuando positivamente sobre a comunidade bentônica.

5. REFERÊNCIAS

- ALBANI, A.; BARBERO, R.S. & DONNICI, S. Foraminifera as ecological indicators in the Lagoon of Venice, Italy. **Ecological Indicators**, n.7, p. 239-253, 2007.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 18th ed. Washington: American Public Health Association, 1992.
- AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. Brest: CNEXO, 1983. 395p.
- BARBOSA, T.C.P. **Ecolagoa: um breve documento sobre a ecologia da bacia hidrográfica da Lagoa da Conceição**. Florianópolis: Edição do Autor, 2003. 86p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROCHA, J.M.B. & NIENCHESKI, L.F.H. **Manual de análises em Oceanografia Química**. Rio Grande: Ed. FURG, 1996. 132p.
- BOLTOVSKOY, E. **Los Foraminiferos Recientes**. Buenos Aires: Ed. Universidad de Buenos Aires, 1965. 510p.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R. **Recent Foraminifera**. The Hague: W. Junk Publishers, 1976. 515p.
- BONETTI, C.; BONETTI FILHO, J.; PORTO FILHO, E. & PANITZ, C. Variabilidade oceanográfica intra-anual de um corpo lagunar com base na distribuição de foraminíferos. **Anais do II Simpósio Brasileiro de Restingas e Lagoas Costeiras**, 1998.
- BONETTI, C. **Foraminíferos como bioindicadores do gradiente de estresse ecológico em ambientes costeiros poluídos. Estudo aplicado ao sistema estuarino de Santos – São Vicente (SP, Brasil)**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000. Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica, 2000.
- _____. Diagnostic tool to evaluate the benthic habitat quality in lagoons and estuaries of southern Brazilian coast.

Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, vol. 29, n.1, p.238-239, 2006.

BONETTI, C.; BONETTI, J. & BELTRAME, E. The influence of natural and anthropogenic agents in the determination of sedimentary environments at Itapocu Estuarine-Lagoonal System, Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, Special Issue 39, 2006.

BORGES, A.C.; SANDERS, C.J.; SANTOS, H.L.R.; ARARIPE, D.R.; MACHADO, W. & PTCHINEELAM, S.R. Eutrophication history of Guanabara Bay (SE Brazil) recorded by phosphorus flux to sediments from a degraded mangrove area. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 58, p.1739-1765, 2009.

BRANCO, J. O. & MASUNARI, S. Estrutura populacional de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, SC, Brasil. **Acta Biol. Par.**, vol. 21, n.1,2,3,4, p. 37-56, 1992.

CAMARGO, M.G. **Sysgran: análises e gráficos sedimentológicos**. Versão 3.0. 2005. Disponível em: <<http://200.17.232.168/sysgran/>>.

CARBONI, M.G.; SUCCI, M.C.; BERGAMIN, L.; BELLA, L. DI; FREZZA, V. & LANDINI, B. Benthic foraminifera from two coastal lakes of southern Latium (Italy). Preliminary evaluation of environmental quality. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 59, p. 268-280, 2009.

CHÂTELET, E.A. DU; DEBENAY, J.P. & SOULARD, R. Foraminiferal proxies for pollution monitoring in moderately polluted harbors. **Environmental pollution**, vol.127, p. 27-40, 2004.

COIMBRA, A. M.; GÓES, A. M. & YAMAMOTO, J. K. Análise granulométrica de sedimentos. **Apontamentos de Sedimentologia**: São Paulo, Universidade de São Paulo, 1991.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 274, de 29 de novembro**. 2000.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA).

Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. DOU nº 53 de 30 de julho. Revoga da Resolução CONAMA nº20 de 1986. 2005.

DEBENAY, J.P.; PAWLOWSKI, J. & DECROUEZ, D. **Les foraminifères actuels**. Paris: Masson, 1996. 329pp.

DEBENAY, J.P.; EICHLER, B.B.; GUILLOU, J.J.; EICHLER-COELHO, C. & PORTO-FILHO, E. Behaviour of foraminifera populations and comparison with the avifauna in a highly stratified lagoon: The Lagoa da Conceição (SC, Brèsil). **Revue de Paleobiologie**, vol. 16, p.55-75, 1997.

DEBENAY, J.P.; EICHLER, B.B.; DULEBA, W.; BONETTI, C. & EICHLER-COELHO, P. Water stratification in coastal lagoons: its influence on foraminiferal assemblages in two Brazilian lagoons. **Marine Micropaleontology**, vol.35, p.67-89, 1998.

DEBENAY, J-P.; GUILLOU, J-J.; REDOIS, F. & GESLIN, E. **Distribution trends of foraminiferal assemblages in paralic environments – A base for using foraminifera as bioindicatores**. In: *Environmental Micropaleontology – The Application of Microfossil to Environmental Geology*. Ed. R. Martins. Springer. Cap. 2, p. 39-64, 2000.

DEBENAY, J.P.; TSAKIRIDIS, E.; SOULARD, R. & GROSSEL, H. Factors determining the distribution of foraminiferal assemblages in Port Joinville Harbor (Ile d'Yeu, France): the influence of pollution. **Marine Micropaleontology**, vol. 43, n.1-2, p.75-118, 2001.

DEBENAY, J.P. & FERNANDEZ, J.M. Benthic foraminifera records of complex anthropogenic environmental changes combined with geochemical data in a tropical bay of New Caledonia (SW Pacific). **Marine Pollution Bulletin**, vol. 59, p.311-322, 2009.

DULEBA W.; COIMBRA J. C. S.; PETRI S. & BARBOSA C. F. **Foraminíferos, tecamebas e ostracodes recentes utilizados**

como bioindicadores em estudos ambientais brasileiros. In: Quartenário do Brasil. Eds. Souza C. R. G., Suguio K., Oliveira A. M. S., de-Oliveira P. E., Holos Editora Ribeirão Preto. Cap. 9, p.176- 202, 2005.

FOLK, R.L. & WARD, W.C. Brazos river bar: study of the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 17, p. 3-27, 1957.

FONSECA, A. Variação sazonal e espacial das características hidroquímicas, dos fluxos de nutrientes e do metabolismo na interface água-sedimento da Lagoa da Conceição (SC, Brasil). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2004. Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciências, 2004.

FONSECA, A. Efeito da drenagem urbana nas características físico-químicas e biológicas da água superficial na Lagoa da Conceição (Florianópolis, SC, Brasil). **Biotemas**, vol. 19, n.2, p.7-16, 2006.

FONSECA, A.; BRAGA, E.S. & EICHLER, B.B. Distribuição espacial dos nutrientes inorgânicos dissolvidos e da biomassa fitoplanctônica no sistema pelágico da Lagoa da Conceição, Santa Catarina, Brasil (Setembro, 2000). **Atlântica**, vol.24, n.2, p.69-83, 2002.

FONTES, M.L.S. Breve Estudo Espaço-Temporal e de Impacto do Feriado de Carnaval e de Corpus Christi sobre Variáveis Ambientais nas Águas da Lagoa da Conceição – Florianópolis. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, 2004.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Bacteriological analytical manual**. 6th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1984.

FRITZEN, L.B. **Composição, origem e grau de enriquecimento orgânico sedimentar no setor norte do sistema estuarino-lagunar do Rio Itapocu.** Florianópolis:

Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, 2007.

GRASSHOFF, K.; EHRHARDT, M. & KREMLING, K. **Methods of Seawater Analysis**. 2nd ed. Weinheim: Verlag Chemie, 1983. 419p.

GRÉ, J.C.R.; HORN FILHO, N.O. **Caracterização textural dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. In: Sierra de Ledo, B. e Soriano-Sierra, E.J. (Eds.). O Ecossistema da lagoa da Conceição. Florianópolis: NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA, p. 25-34, 1999.

GROSS, M. G. **Carbon determination**. In: Carver, R. E. (Ed) Procedures in Sedimentology Petrology. Wiley Interscience, New York, p.49-94, 1971.

KJERFVE, B. **Coastal lagoons processes**. In: Kjerfve, B. (Ed) Coastal lagoon processes. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, p.1-7, 1994.

KNOPPERS, A. B.; OPITZ, S. S.; SOUZA, M. M. & MIGUEZ, C. F. The spatial distribution of particulate organic matter and some physical and chemical water properties in Conceição Lagoon, Santa Catarina, Brasil. **Arq. Biol. Tecnol.**, vol.27, n.11, p.59-77, 1984.

KOROLEFF, K. **Determination of phosphorus**. In: Grasshoff, K; Erhardt, M. & Kremling, K. (eds.). Methods of seawater analysis. 2nd ed., Verlag Chemie, Weinheim, 1969.

KOVACH, W.L. **MVSP: A multivariate statistical package for windows**. Version 3.1. 1999. Disponível em: <<http://www.kovcomp.co.uk/mvsp/>>.

KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. 2nd ed. Menlo Park, Addison Wesley Longma, 1999.

LISBOA, L.K.L.; TEIVE, L.F. & PETRUCIO, M.M. Lagoa da Conceição: uma revisão da disponibilidade de dados ecológicos

visando o direcionamento de novas pesquisas no ecossistema. **Biotemas**, vol.21, n.1, p.139-146, 2008.

LOEBLICH, A. R. & TAPPAN, H. **Foraminiferal genera and their classification**. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1988. 970p.

MACHAIN-CASTILLO, M.L. & RUIZ-FERNÁNDEZ, A.C. **Indicadores biofísicos em sedimentos acuáticos**. In: PISANTY, I. & CASO, M. (Compiladoras) *Especies, espacios y riesgos: monitoreo para la conservación de la biodiversidad*. Instituto Nacional de Ecología, México, p.205-216, 2006.

MARTINI, L.C.P.; MATTOS, D.S.; BARBOSA, D.F.P. & RECH, A.I.B. Uso de sensoriamento remoto orbital para avaliação da distribuição espacial de clorofila a na Lagoa da Conceição - Florianópolis, SC. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol.11, n.4, p. 318-324, 2006.

MOJTAHID, M.; JORISSEN, F. & PEARSON, T.H. Comparison of benthic foraminiferal and macrofaunal responses to organic pollution in the Firth of Clyde (Scotland). **Marine Pollution Bulletin**, vol.56, p.42-76, 2008.

MUEHE, D. & CARUSO GOMES JR., F. Batimetria e algumas considerações sobre a evolução geológica da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina. **Geosul**, vol.4, n.7, p.32-44, 1989.

MURRAY, J.W. **Ecology and Palaeoecology of benthic foraminifera**. London: Logmn Scientific & Technical, 1991. 397p.

_____. **Ecology and applications of benthic foraminifera**. Cambrigde: Cambrigde University Press, 2006. 426p.

NIENCHESKI, L. F. H.; BAUMGARTEN, M. DA G. Z. & WALLNER-KERSANACH, M. **Caracterização ambiental: hidroquímica e sedimentologia**. In: Lana, P. da C.; Bianchini, A.; Ribeiro, C. A. de O.; Niencheski, L. F. H.; Fillmann, G.; Santos, C. S. G. (orgs.) *Avaliação Ambiental de Estuários*

Brasileiros: Diretrizes Metodológicas. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 14-62, 2006.

ODEBRECHT, C. & CARUSO GOMES JR., F. Hidrografia matéria particulada em suspensão na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, vol.9, n.1, p.83-104, 1987.

ODUM, E.P. & BARRET, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612p.

OLIVEIRA, D.A.G. **Caracterização bio-sedimentológica e proposta de setorização das lagoas de Camacho & Garopaba do Sul e Santa Marta, Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2004.

PAGLIOSA, P.R. **Variação espacial nas características das águas, dos sedimentos e da macrofauna benthica em áreas urbanas e em Unidade de Conservação na Baía da Ilha de Santa Catarina**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2004. Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, 2004.

PEREIRA, E.R.M.; EICHLER, P.B.; CARDOSO, P.B.P.K. & EICHLER, B.B. Foraminíferos indicadores de alto teor de matéria orgânica na Baía de Guanabara-RJ. **Anais do Workshop Baía de Guanabara**, p.140-142, 2002.

RODRIGUES, W.C. **DivEs**: Diversidade de espécies. Versão 2.0. 2005. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br/dives>>.

RODRIGUES, A.R.; EICHLER, P.P.B. & EICHLER, B.B. Utilização de foraminíferos no monitoramento do Canal de Bertiooga (SP, Brasil). **Atlântica**, vol.25, n.1, p.35-51, 2003.

RUDORFF, N. de M. **Comparação biossedimentológica entre sítios de cultivo de moluscos marinhos sob influência de diferentes condições hidrodinâmicas: estudo aplicado à Baía Sul, Ilha de Santa Catarina (SC)**. Florianópolis: Universidade

Federal de Santa Catarina, 2008. Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Aquicultura, 2008.

RUDORFF, F.M.; BONETTI, J.; PEIXOTO, J.R.V.; OLIVEIRA, U.R. DE & BONETTI, C. Setorização do subsistema sul da Lagoa da Conceição, Santa Catarina. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, vol.9, n.2, p.49-56, 2005.

SANTOS, M. DE L.S.; MUNIZ, K.; FEITOSA, F.A. do N. & NETO, B. de B. Estudos das diferentes formas de fósforo nas águas da plataforma continental do Amazonas. **Química Nova**, vol.30, n.3, p.569-573, 2007.

SEMENSATTO JR., D.L. & DIAS-BRITO, D. Foraminíferos recentes do delta do Rio São Francisco, Sergipe (Brasil): uma proposta de modelo ecológico e de diagnóstico ambiental. **Anais do 2º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo & Gás**, 2003.

SIERRA DE LEDO, B. **Lagoa da Conceição: uma abordagem ecológica**. In: Sierra de Ledo, B. e Soriano-Sierra, E.J. (Eds.). O Ecossistema da lagoa da Conceição. Florianópolis: NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA, p. 343-357, 1990.

SIERRA DE LEDO, B. & SORIANO-SIERRA, E.J. **Atributos e processos condicionantes da hidrodinâmica na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. In: Sierra de Ledo, B. e Soriano-Sierra, E.J. (Eds.). O Ecossistema da lagoa da Conceição. Florianópolis: NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA, p. 89-100, 1999a.

_____. **Changes and trends of hydrological parameters in a physically stressed coastal lagoon**. In: Sierra de Ledo, B. e Soriano-Sierra, E.J. (Eds.). O Ecossistema da lagoa da Conceição. Florianópolis: NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA, p. 403-414, 1999b.

SORIANO-SIERRA, E.J. **Ecossistema de marismas na Lagoa da Conceição. I. O Biótopo**. In: Sierra de Ledo, B. e Soriano-Sierra, E.J. (Eds.). O Ecossistema da lagoa da Conceição. Florianópolis: NEMAR/CCB/UFSC. SDM/FEPEMA, p. 129-143, 1990.

SOUZA-SIERRA, M.M.; SORIANO-SIERRA, E.J. & SALIM, J.R. DA S. Distribuição espacial e temporal dos principais nutrientes e parâmetros hidrológicos da Lagoa da Conceição, SC, Brasil. **An. Cient. UNALM**, vol.2, p.19-32, 1987.

STATSOFT, I. **Statistica**: data analysis software system. Version 7. 2004. Disponível em: <<http://www.statsoft.com/>>.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973. 317p.

TAOUIL, A. & YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Changes in the marine flora of the Boa Viagem Beach (Niterói, RJ). **Revista Brasileira de Botânica**, vol.25, n.4, p.405-412, 2002.

VILELA, C.G.; SANJINÉS, A.E.S.; GHISELLI JR., R.O.; MENDONÇA FILHO, J.G.; BAPTISTA NETO, J.A. & BARBOSA, C.F. Search for Bioindicators of Pollution in the Guanabara Bay: Integrations of Ecology Patterns. **Anuário do Instituto de Geociências**, vol.26, 2003.

VILELA, C.G.; BATISTA, D.S.; BAPTISTA NETO, J.A.; CRAPEZ, M.; MCALLISTER, J.J. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niterói Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, vol.46, n.1, p.161-171, 2004.

ZEISS, C. **Axio Vision**. Version 4.4. 2004.

6. APÊNDICE

A – ANEXO TAXONÔMICO

Este trabalho baseou-se na proposta taxonômica de Loeblich & Tappan (1988) ao nível de gênero de acordo com Debenay *et al.* (1996) no trabalho *Foraminifera Genera and their Classification*.

Reino PROTISTA

Subreino PROTOZOOA

Filo SARCOMASTIGOPHORA Honigberg & Balamothe, 1963

Subfilo SARCODINA Schamarda, 1871

Superclasse RHIZOPODA van Siebold, 1842

Classe GRANULORETICULOSA de Saadeleer

ORDEM FORAMINIFERA Eichwald, 1830

**Subordem
HAPLOPHRAGMIINA
Wedekind, 1937**

Superfamília RZEHAKINACEA

Cushman, 1933

Família RZEHAKINIDAE

Cushman, 1933

Gênero *Miliammina* Heron-Allen
& Earland, 1930

Miliammina fusca Brady, 1870

Superfamília LITUOLACEA

Blainville, 1827

Família

HAPLOPHRAGMOIDIDAE

Maync, 1952

Gênero *Haplophragmoides*
Cushman, 1910

Haplophragmoides manilaensis
Andersen, 1953

Família LITUOLIDAE de

Blainville, 1827

Subfamília

AMMOMARGINULININAE

Podobina, 1978

Gênero *Ammobaculites*
Cushman, 1910

Ammobaculites exiguus
Cushman & Brönnimann, 1948

Gênero *Ammotium* Loeblich &
Tappan, 1953

Ammotium salsum Cushman &
Brönnimann, 1948

**Subordem TROCHAMMINA
Brönnimann & Whittaker, 1988**

Superfamília

TROCHAMMINACEA

Schwager, 1877

Família TROCHAMMINIDAE

Schwager,

1877

Subfamília TROCHAMMININAE

Schwager, 1877

Gênero *Trochammina* Parker &
Jones, 1859

Trochammina inflata Montagu,
1808

Gênero *Paratrochammina*

Brönnimann, 1879

Paratrochammina clossi

Brönnimann, 1979

Subfamília ROTALIAMMININAE

Saidova, 1981

Gênero *Siphotrochammina*
Saunders, 1957

Siphotrochammina lobata
Saunders, 1957

Gênero *Tiphotrocha* Saunders,
1957

Tiphotrocha comprimata
Cushman &
Brönnimann, 1948

Subfamília ARENOPARELLINAE

Saidova, 1981

Gênero *Arenoparrella* Andersen,
1951

Arenoparrella mexicana
(Kornfeld) Andersen, 1951

Subfamília

POLYSTOMAMMININAE

Brönnimann & Beurlen, 1977

Gênero *Deuterammina*
Brönnimann, 1976

Deuterammia plana Brönnimann
& Zaninetti

Subordem TEXTULARIINA
Delage & Hérourad, 1896

Superfamília TEXTULARIACEA

Ehrenberg, 1838

Gênero *Textularia*

Defrance *in* de Blainville, 1824

Textularia earlandi Parker, 1952

Família

PSEUDOGAUDRYINIDAE

Loeblich & Tappan, 1985

Subfamília

PSEUDOGAUDRYININAE

Loeblich & Tappan, 1985

Gênero *Pseudoclavulina*

Cushman, 1939

Pseudoclavulina sp.

Pseudoclavulina gracilis

Cushman & Brönnimann, 1948

Subordem MILIOLINA
Delage & Hérourad, 1896

Superfamília CORNUSPIRACEA

Schultze, 1854

Família CORNUSPIRIDAE

Schultze, 1854

Subfamília CORNUSPIRINAE

Schultze, 1854

Gênero *Quinqueloculina*

d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina seminula Linné,
1767

Quinqueloculina milleti Wiesner,
1898

Subordem ROTALIINA
Delage & Hérourad 1896

Superfamília DISCORBACEA

Ehrenberg, 1838

Família ROSALINIDAE Reiss,
1963

Gênero *Rosalina* d'Orbigny, 1826

Rosalina bradyi Cushman, 1915

Superfamília Asterigerinacea
d'Orbigny, 1839

Família ASTERIGERINATIDAE
Reiss, 1963

Gênero *Rubratella* Grell, 1956

Rubratella intermedia Grell, 1958

Superfamília ROTALINACEA
Ehrenberg, 1839

Família ROTALIIDAE Ehrenberg,
1839

Subfamília AMMONINAE
Saidova, 1981

Gênero *Ammonia* Brönnich, 1772

Ammonia tepida Cushman, 1986

Família ELPHIDIIDAE Galloway,
1923

Subfamília ELPHIDIINAE
Galloway, 1933

Gênero *Elphidium* de Montfort,
1808

Cribroelphidium excavatum
Terquem, 1875